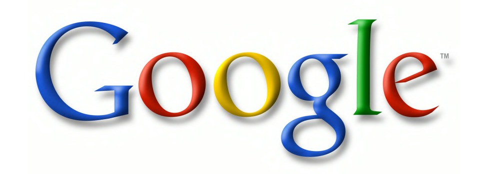


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

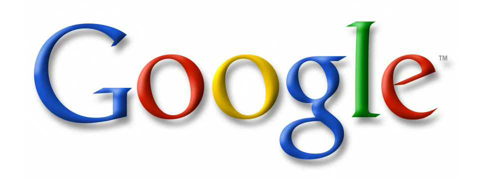
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

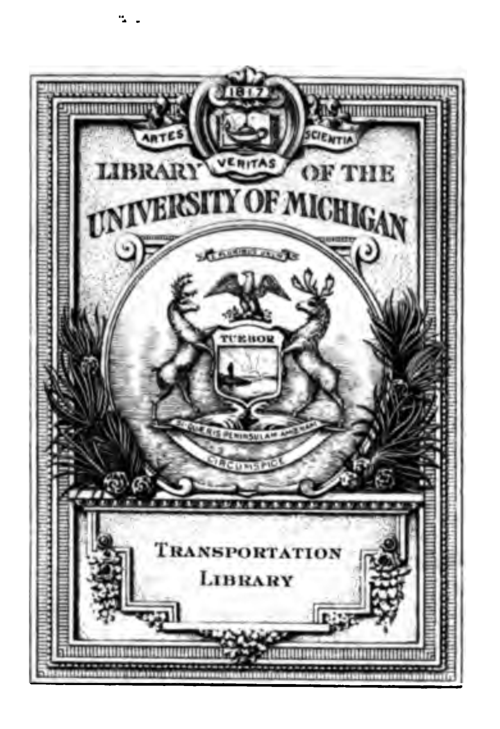
Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`


A 753,814 DUPL


1817
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
TRANSPORTATION
LIBRARY

Transporta
Library
TJ
4E
.L

NOUVELLES

MACHINES A VAPEUR

OU

Art d'économiser le Combustible.

ÉVERAT, Imprimeur, rue du Cadran, N° 16.

NOUVELLES
MACHINES A VAPEUR

A GAZ ACIDE CARBONIQUE ET A AIR COMPRIMÉ,

OU

ART D'ÉCONOMISER LE COMBUSTIBLE,

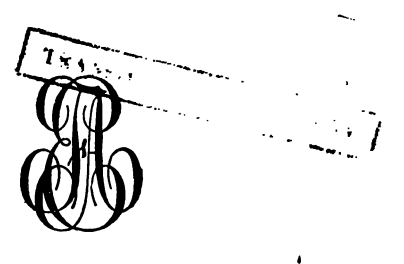
DANS TOUS LES CAS POSSIBLES;

OUVRAGE

CONTENANT PLUS DE CENT INVENTIONS,

Par M. Legris,

Ingénieur-Géomètre, Auteur de différens Ouvrages sur les Arts Mécaniques.



Paris,

T. BRUÈRE, ÉDITEUR,

Quai des Augustins, N° 17.

1827.

NOUVELLES

MACHINES A VAPEUR,

A GAZ ACIDE CARBONIQUE ET A AIR COMPRIMÉ,

OU

ART D'ÉCONOMISER LE COMBUSTIBLE,

DANS TOUS LES CAS POSSIBLES.

FIGURE I.

Chaudière pour donner un long courant de chaleur dans un très-petit espace, et sans chauffer de surfaces étrangères, tout en faisant servir la chaleur décroissante du foyer, afin qu'il n'y ait qu'une très-petite quantité de calorique qui sorte par la cheminée, et qu'il ne reste aussi qu'une très-petite partie de la chaudière à une très-haute pression, etc., etc.

Cette chaudière est composée de quatre parties, placées l'une au-dessus de l'autre. La première A, qui contient le foyer B, est formée d'un double cylindre à la manière ordinaire, et l'entrée peut être tapissée de sable ou briques réfractaires, si le combustible est de nature à ne pas brûler facilement; on peut mettre au-dessus du foyer des tuyaux bouilleurs en spirale C, qui forment un grand courant d'eau très-chaude sortant de l'extrémité supérieure D du cylindre pour al-

ler ensuite se réduire en vapeur dans un réservoir, où elle entraîne une quantité de calorique proportionnelle à la vitesse de son courant et de sa plus grande température, lorsqu'elle a circulé quelque temps au-dessus du foyer B; mais l'eau qui ne s'est point réduite en vapeur dans ce réservoir, est refoulée de nouveau dans la première chaudière A.

La deuxième partie E, est formée de deux demi-cylindres placés au-dessus de la première, afin que le premier cylindre A soit chauffé à sa partie supérieure dessus et dessous; et si cette partie était sans eau, le cylindre n'étant pas plein, on pourrait y introduire un long tuyau F, garni de petits trous en-dessous dans toute sa longueur, afin d'y pouvoir injecter de l'eau qui se répande également de chaque côté du cylindre pour s'y réduire à l'instant en vapeur, et cette eau serait toujours la plus échauffée, ou celle prise au bas G du cylindre, qui ne se serait pas réduite en vapeur en parcourant ou arrosant l'extrémité supérieure du cylindre A, intérieur qui est presque rouge; la troisième partie H est semblable à la seconde et placée au-dessus, afin que l'extrémité supérieure de cette dernière soit aussi chauffée en-dessus et en-dessous. La cheminée I pourrait revenir en-dessus, pour que la troisième partie fût aussi chauffée de même; ces trois parties pourraient ne pas être d'une égale longueur, afin de former une sorte de pyramide qui donne les deux extrémités des chaudières inclinées, pour être

recouvertes par deux autres parties postiches, qui seraient un peu chauffées en ascendant, et qui faciliteraient ainsi le courant de chaleur d'une chaudière A à l'autre E; tous ces demi-cylindres pourraient être fondus chacun d'une seule pièce ou bien faits d'une pièce de tôle repliée en-dessus J pour y être clouée. L'eau alimentaire serait refoulée dans ces chaudières de l'une à l'autre par un seul cylindre à piston K, en commençant par celle qui est la moins échauffée L, pour arriver à celle qui contient l'eau à la plus haute température M, en sorte qu'il n'y ait à haute pression que le premier cylindre A et les tuyaux bouilleurs C. Pour cela, un tuyau à deux branches N porte une soupape à chaque branche; la soupape O, qui doit laisser arriver l'eau de la dernière chaudière sur le piston K, s'ouvre à l'extérieur, et celle P de l'autre branche qui doit donner passage à l'eau qu'on refoule dans la deuxième chaudière, s'ouvre à l'intérieur; en sorte que quand le piston descend, l'eau arrive d'une chaudière H pour être refoulée dans l'autre E quand il remonte, et l'eau de la deuxième chaudière E est refoulée dans la troisième A par le même moyen au-dessous du piston; mais s'il y avait plusieurs tuyaux Q qui vinssent aboutir au cylindre, dont la somme des orifices fût plus grande que la surface du piston, pour que celui-ci ne donne pas une perte de force à donner une vitesse inutile à l'eau, il faudrait pour que l'eau de tous ces tuyaux, qui est à des températures diffé-

rentes, ne vînt pas à se mêler ensemble; il faudrait, disons-nous, dans chaque tuyau, un piston R sans tige, qui reçût son mouvement des eaux qui sont mises en activité par le piston à tige et par l'eau qui arrive d'une chaudière A, ou tuyaux bouilleurs C, pour être refoulée dans d'autres qui sont à une température plus élevée; mais, au lieu de piston sans tige, on pourrait se servir de mercure S, que le piston K moteur ferait mouvoir en-dessus et en-dessous. La soupape de sûreté est formée d'une plaque circulaire T, vissée à l'extrémité d'une forte tubulure qui sort de la première chaudière A, à un endroit où personne ne peut être atteint; cette plaque est composée d'un métal fondu, dont la force proportionnelle à l'épaisseur et au diamètre pour chaque température, est toujours connue par des tables proportionnelles calculées pour cet effet, et cela d'après les expériences faites pour avoir le terme moyen de la force d'un grand nombre de plaques de différentes grandeurs et épaisseurs, fondues à la fois, et comme il n'y a toujours que les plaques d'endommagées, chaque propriétaire peut en avoir un certain nombre pour en visser lui-même une autre aussitôt qu'il y en a une de déchirée. Au moyen de ces plaques de sûreté, il n'y a pas, comme dans celles ordinaires, la crainte que la crasse les empêche de fondre à la température voulue, ni qu'elles se collent et adhèrent trop aux parois sur lesquelles elles reposent, ni enfin que le vide se fasse au-dessous pour les empê-

cher de s'élever assez, car la force agit toujours proportionnellement à la température et à la densité de la vapeur sur toute la chaudière, dont la plaque fait partie; cette chaudière, ainsi formée de plusieurs parties chauffées par gradation, présente beaucoup moins de danger; car il n'y en pourrait jamais avoir qu'une petite partie A qui pût faire explosion, si on ne prenait pas les précautions convenables, et cette explosion serait d'autant plus difficile et moins dangereuse que cette partie est petite, et encore parce qu'elle est d'autant plus forte qu'elle est petite et qu'elle exige par ses minces parois un feu d'autant moins vif, pour ne pas pouvoir altérer la force de cohésion du métal, que le volume d'eau qu'elle contient est plus petit et moins épais, puisqu'il peut prendre facilement une haute température sans un feu très-intense.

La soupape de sûreté d'une chaudière U serait sans doute encore plus sûre, si elle était faite d'un thermomètre à air comprimé; pour avoir tout à-la-fois la force et la mobilité nécessaires, il pourrait être construit comme celui à pression, dans notre mécanique du feu; le tuyau V, qui descend dans la chaudière, devrait être en étain, étant plus conducteur, afin de rendre l'air comprimé encore plus sensible à la moindre variation de température dans la chaudière U; l'air comprimé et échauffé agit sur l'eau X, sur le mercure, ou enfin sur l'huile placée dans un tuyau recourbé, afin de faire élever un piston Y, qui

repose dessus dans l'autre branche de ce tuyau; la tige Z de ce piston fait mouvoir un levier coudé et à poids *á*, lequel en s'élevant au moyen de bielles *b* ou de chaînes à poids, fait tout à-la-fois fermer la porte du cendrier, de la cheminée, et ouvrir celle du foyer, ainsi que les robinets à poids d'un tuyau qui jettent de l'eau sur le feu et sur le réservoir de vapeur, et même dans la chaudière près la vapeur. Il pourrait aussi fermer le robinet d'injection et ouvrir le robinet à poids d'un tuyau du réservoir de vapeur, laquelle irait agir dans le grand cylindre à piston de dilatation; et aussitôt que la pression ou la température diminuerait dans la chaudière, le piston descendrait, et tout se fermerait par la pesanteur des poids élevés. On peut rendre ainsi la soupape ou piston de sûreté très-mobile, afin qu'elle ne se colle pas, et le robinet qu'il fait mouvoir reçoit ainsi à tout instant un petit mouvement de la tige du piston, mais pas assez grand pour l'ouvrir et perdre de la vapeur; et ce n'est que quand la pression est trop grande qu'il l'ouvre assez pour que la vapeur sorte par un tuyau qui la conduit à agir en forçant un clapet dessous le cylindre de dilatation; le pendule conique qui limite l'entrée de la vapeur au cylindre à piston pour en régler la vitesse, peut être employé conjointement avec le thermomètre à piston, à ouvrir et fermer ensemble tous les objets ci-devant désignés, en sorte que toutes les causes qui tendent à donner trop de pression, de force ou de vitesse, soient

affaiblies à-la-fois par tous les moyens possibles, afin que si l'un manque, l'autre ne manque pas; et au contraire, lorsqu'il n'y a pas assez de force, il faut aussi que les mêmes moyens agissent assez fortement tous à-la-fois pour donner plus de combustible et d'air comprimé au foyer, et enfin qu'ils agissent sur tous les objets qui tendent à donner de la force et de la vitesse; en sorte que tout se fasse le mieux possible sans aucun danger. On pourrait même limiter la vitesse de l'arbre *c*, moteur de machines, au moyen d'une roue *b* à frottement doux, maintenue par des ressorts *e* fixés à l'arbre, qui portent sur des chevilles *f* fixées à la roue, et aussitôt qu'elle prend une plus grande vitesse, et par conséquent plus de force, les ressorts s'échappent des chevilles par la résistance de l'arbre *c* qui augmente avec la vitesse; ensorte que l'arbre moteur n'en peut pas tourner beaucoup plus vite pour pouvoir rien endommager. Cette machine est aussi très-propre pour les dragues, les machines à labourer avec la vapeur, les moulins à vent, les manéges où les animaux s'emportent, etc., etc.

Cette chaudière A pourrait être placée dans un sens tout opposé, c'est-à-dire que le premier cylindre serait placé dessus avec le foyer, pour que le courant de chaleur se fît en descendant. De cette façon, les gaz et vapeurs qui forment la fumée, et qui sont beaucoup plus légers que l'air, descendraient plus diffici-

lement ; en rencontrant ainsi des obstacles en se levant, ils auraient le temps de s'échauffer et de bien brûler, pour donner une combustion plus parfaite; le feu de la cheminée, en revenant alors en-dessous *g* de la dernière chaudière A, la chaufferait en ascendant bien plus fortement. En chauffant ainsi par gradation, comme les dernières parties H de la chaudière sont presque froides avec des parois peu épaisses et peu pressées, il en résulte qu'elles absorbent presque tout le calorique de l'air qui a traversé le foyer; et si le tirage n'était plus assez grand, quoique tout le courant de chaleur aille en ascendant pour donner une haute colonne d'air légère ou dilatée, on pourrait y suppléer avantageusement par un soufflet à piston mû par la machine qui, en donnant une plus grande quantité d'air, donnerait aussi plus d'oxigène à brûler, ce qui donnerait une force bien plus grande que celle dépensée à mouvoir le soufflet; mais si l'emplacement était très-peu élevé, toute la chaudière pourrait être placée de côté, et le courant de chaleur reviendrait à la cheminée après avoir passé dans les cylindres, et ensuite sous toutes les parties qui composent la chaudière. Les parties à basse pression H pourraient être très-aplaties, afin que le courant de chaleur fût le plus mince possible, et que l'air échauffé eût proportionnellement plus de points de contact avec les parois de la chaudière, qui alors lui enlèverait encore plus de calorique.

Dans ces chaudières où le foyer B est intérieurement, les dépôts formés par l'eau ne reposant pas sur la partie très-chauffée, elles sont moins susceptibles de se détériorer par cette circonstance; cependant, il serait aussi facile d'obvier à cet inconvénient dans les autres chaudières, en les inclinant; car on pourrait y pratiquer un bas-fond au-dessous duquel se trouverait un tuyau à deux tiroirs ou à deux robinets *h*, pour laisser entre eux une chambre qui reçût la déposition de l'eau ou la fécule de pomme de terre pour empêcher le dépôt, ou enfin, le sel, si on se sert d'eau de mer. Ce tuyau pourrait être vertical ou incliné, placé ainsi hors le foyer, à l'une ou à l'autre extrémité de la chaudière; il pourrait même être fixé au milieu de la chaudière, en traversant le foyer, pour être dégorgé en-dessous dans un enfoncement, en fermant le deuxième tiroir ou robinet *i*, et ouvrant le premier *j* pour que la matière tombât à terre toute seule ou sans force; après quoi on referme l'un *j* et on ouvre l'autre *i*. Ce tuyau pourrait être disposé en sorte qu'on pût y ratisser dans la chaudière avec un fil de fer ayant une raclette à son extrémité. On pourrait encore avoir à cet effet une tige à raclette, dont le manche glisserait comme la tige d'un piston, dans une boule qui circulerait dans un cercle réacteur ou étoupé, fixé ainsi aux parois de la chaudière.

Enfin, il est inutile de dire que cette chaudière serait aussi très-avantageuse dans les manufactures,

pour y donner beaucoup d'eau chaude avec peu de dépense de combustible. On pourrait même, dans ces chaudières peu épaisses, favoriser un courant d'eau de la partie la moins échauffée H à la plus chaude E, en les divisant par des traverses très-minces de tôle *k*, et dont le passage laissé à une extrémité pour favoriser le courant d'eau de l'une à l'autre, comme si le tout ne faisait qu'un seul tuyau, devrait être aussi grand que la largeur qui sépare les traverses de l'une à l'autre ; il ne serait même pas nécessaire qu'elles fussent très-bien jointes sur les parois de la chaudière ; mais elles la fortifieraient considérablement si elles portaient des clous *i* qui traverseraient les parois de distance en distance ; en même temps que le courant, donné par un piston, entraînerait au réservoir de vapeur une grande quantité de calorique; ces traverses seraient encore de bons conducteurs de calorique au milieu de la chaudière. On peut encore fortifier les cylindres des chaudières de différentes manières, et les diviser, en sorte que les explosions soient rares et peu dangereuses, tout en donnant des courans d'eau qui entraînent la chaleur. Pour cela, les cylindres intérieurs et extérieurs ont des traverses avec rebords *m*, presque dans toute leur longueur, c'est-à-dire qu'elles ne touchent alternativement au fond du cylindre ou chaudière que par un bout *n*, afin de former des zig-zag et de laisser à l'autre bout un petit intervalle *o* pour le passage de l'eau ou de la vapeur, de manière que tout le cylindre

ou chaudière ne présente en quelque sorte qu'un long tuyau horizontal en spirale où la vapeur peut être chauffée à la partie supérieure, et lorsque les deux cylindres sont ainsi emmanchés l'un dans l'autre, on les fait tourner un peu pour que le rebord des traverses du cylindre supérieur vienne se croiser sur le rebord des traverses du cylindre inférieur, afin de faire une résistance prodigieuse à la force du fluide qui tend à écarter les cylindres l'un de l'autre; car pour cela, il faudrait que tous les rebords cassent, ainsi que les traverses elles-mêmes qui forment des contre-forts épais, et qui servent encore comme conducteurs de calorique au centre du liquide contenu dans la chaudière. Il est inutile de dire que ces cylindres peuvent être construits avec leurs traverses, soit en tôle, soit en fer fondu d'un seul ou de deux morceaux. Les traverses pourraient être indépendantes des cylindres, et elles y seraient réunies en entrant par un bout, dans une raînure *n* pratiquée au fond du cylindre, et ensuite, dans toute la longueur attachée par des clous ou boulons de fer *r*, qui seraient à vis et à écrous sur le pourtour du cylindre extérieur; enfin, elles pourraient être fondues ou forgées avec le cylindre intérieur seulement, et attachées à l'autre, qui pourrait encore avoir des contre-forts extérieurs *s*, ou bien des cercles de distance en distance qui le fortifieraient à volonté; les traverses, au lieu d'être droites pourraient tourner en spirale autour du cylindre; elles

pourraient même être circulaires *t*, pour être placées ainsi par tranches sur toute la longueur du cylindre qui serait divisé dans toute sa longueur par une longue traverse *u*, pour donner le point d'appui au courant, formé par les traverses circulaires, ainsi qu'on le verra figure 27. Si on ne voulait pas de courant, les cylindres pourraient porter, l'un sur son pourtour, des tiges à anneau *x*, et l'autre à crochet, qui s'emmanchent l'une dans l'autre, pour fortifier les cylindres et conduire le calorique intérieurement : dans ces chaudières ainsi divisées, étant plus fortes quoique les parois soient plus minces, elles n'exigent pas un feu très-intense, et la dilatation du métal n'est pas sensiblement différente pour toutes les parties, et alors, il y a peu de détérioration et de danger; comme dans les machines à vapeur ordinaires, le plus grand défaut est dans le mauvais emploi du combustible dont on ne sait pas encore utiliser plus de la quinzième partie du calorique qu'il contient, ou dégagé à l'air libre, nous avons cru devoir commencer par un grand nombre de différentes chaudières dont le but ou la construction est d'économiser le combustible, et pour cela, le foyer peut brûler dans l'air comprimé dans la plus grande partie de ces chaudières.

FIGURE II.

Cylindres à pistons verticaux ou horizontaux et à grandes chasses, où tous les pourtours intérieurs et extérieurs sont chauffés par le feu de la cheminée, ainsi que celui du réservoir de vapeur; ils peuvent aussi l'être par la vapeur dilatée qui va au condenseur, lequel à son tour fait toutes ses fonctions sans aucune pompe, etc., etc.

Le cylindre A qui agit par la pression de la vapeur arrivant du réservoir B, et qui, par conséquent, est le plus petit, se trouve au milieu du grand cylindre C de dilatation; mais, en laissant entre eux un espace ou capacité D en spirale pour le courant de chaleur qui arrive de la cheminée E, il y a aussi un autre espace F autour du plus grand cylindre, pour qu'il soit chauffé tout-à-la fois par le pourtour extérieur et intérieur, et le courant est donné par deux tuyaux qui, en sortant de ces capacités, se réunissent en un seul tuyau G pour rejoindre la cheminée E à un endroit plus éloigné ou plus élevé; mais le tout peut être plus abaissé que le foyer: la vapeur arrive du réservoir H dessus et dessous le piston du petit cylindre I, par les moyens ordinaires pour les cylindres qui sont dans des chemises à vapeur, et elle remonte de même dans le grand cylindre J de dilatation; elle arrive de là pour aller au condenseur K par un tuyau L dont l'extrémité horizontale est un peu immergée: à l'extrémité de ce tuyau, se joint un tuyau vertical M pour faire remonter l'eau N dans le condenseur, par la pesan-

teur de l'atmosphère et par la vitesse de la vapeur qui arrive, O. Pour cela, si la force de la vapeur a encore une demi-force atmosphérique dans le condenseur K, il ne faudrait pas que le tuyau M descendît, pour faire monter de l'eau, à plus de quinze pieds de profondeur; mais comme l'extrémité du tuyau se trouve dans le courant de vapeur O qui arrive au condenseur, il en résulte qu'elle fait l'effet d'un siphon, et que l'eau N peut être élevée d'une plus grande profondeur; et si l'on descend du condenseur un autre tuyau P à une plus grande profondeur que celle de 15 pieds, et qu'il plonge également dans l'eau Q à ses deux extrémités, il est certain que l'eau sortira seule du condenseur; il y a des soupapes R en sens inverse à ces deux tuyaux, pour les maintenir toujours pleins d'eau, et la grandeur de leur diamètre doit être telle, qu'ils ne laissent pas sortir ni entrer plus d'eau qu'il ne le faut; l'air et la vapeur mal condensée peuvent être chassés de plusieurs manières, premièrement au moyen de deux robinets ou tiroirs placés à un tuyau fixé au-dessous d'un baquet plein d'eau, en laissant une espace S entre les deux robinets, pour contenir un petit volume d'eau qui entre, lorsqu'on ouvre le premier tiroir T; ensuite on le referme après l'eau entrée, et on ouvre le tiroir inférieur U, pour que l'eau tombe ou descende sans force, dans le condenseur K; alors, l'espace S étant rempli d'air et de vapeur mal condensée, on referme le tiroir inférieur U,

et on ouvre un petit tuyau V à robinet, pour que l'air atmosphérique vienne prendre la place de la vapeur chaude, afin que l'eau du baquet X vienne le remplacer sans beaucoup s'échauffer, et ainsi de suite. Il est inutile de dire qu'on fait faire toute cette manœuvre par la machine elle-même, au moyen de toutes les manières connues pour cet effet; mais, si on voulait faire entrer l'eau alimentaire sans force dans une chaudière, comme il serait bon qu'elle y entrât la plus chaude possible, le petit tuyau V à robinet serait alors supprimé; si la vapeur qui arrive au condenseur était plus forte que l'atmosphère, on pourrait avoir un tuyau Y à soupape, élevé au-dessus du condenseur, dans lequel une partie de l'air et de la vapeur mal condensée s'élèverait, et on les chasserait au dehors avec de la vapeur forte qui arriverait par un tuyau Z du milieu du cylindre à piston de dilatation, ou bien au milieu de sa course. La vapeur arrivant dans le tuyau Y où est logée la vapeur mal condensée, ferait fermer une soupape à poids *a* à petit et grand côté qui communique avec le condenseur pour ouvrir celle *b* contiguë à l'atmosphère, en chassant dehors l'air et la vapeur. Après quoi, une soupape *b* se ferme, et l'autre *a* s'ouvre; on pourrait même, par ce moyen, faire sortir l'eau et l'air. Pour cela, le tuyau Z descendrait au-dessous du condenseur, pour en recevoir l'eau par un petit tuyau *c* à soupape, en sorte que l'eau dans l'autre tuyau Z fût toujours au niveau de celle du

condenseur ; mais au bout de ce tuyau se trouve un autre tuyau *d* à soupape à poids, qui contient l'air et la vapeur mal condensée, de sorte que quand la vapeur arrive du cylindre à piston dans le tuyau Z, elle pousse l'eau qui s'y trouve, ferme en s'élevant la soupape *c* du petit tuyau d'eau du condenseur, celle *d* du tuyau d'air et de vapeur, pour ouvrir celle *e* qui communique avec l'atmosphère, afin de chasser tout-à-la fois l'air, la vapeur et l'eau, et ainsi de suite. On pourrait encore faire chasser l'air et l'eau du condenseur par les soupapes extérieures *f e*, lorsque la vapeur y arrive avec beaucoup de force, et cela un peu avant l'eau de condensation ; et alors cette eau peut être refoulée ainsi par la soupape *f* dans les chaudières qui chauffent par gradation, c'est-à-dire, où l'eau est presque froide, et par conséquent peu pressée; au moyen de ces soupapes *f* qui s'ouvrent extérieurement, la vapeur dans le condenseur, n'y pourrait jamais être refoulée à plus d'une force atmosphérique, si la machine se dérangeait, ce qui la rend sans danger, pour cette circonstance. Au moyen d'un petit tuyau *g* à soupape, fixé à la sortie de la vapeur dilatée, il est facile d'entretenir pleine de cette vapeur, une chemise *h* autour du réservoir de vapeur, les conduites de vapeur, les cylindres à pistons et même le dessus des chaudières ; car si la vapeur s'y condense, la soupape *g* n'étant plus aussi pressée, la vapeur dilatée, en sortant du tuyau, fera ouvrir cette soupape pour entrer et rétablir l'équilibre de pression,

ou, ce qui est la même chose, de chaleur, et l'eau de condensation peut être retirée par un tuyau *i* à deux robinets. Les tuyaux *j* qui amènent la vapeur au réservoir, se trouvent en-dessus, et ceux *k* qui servent de conduite à l'eau non réduite en vapeur, pour être refoulée de nouveau, se trouvent en-dessous : les pistons A C sont indépendans l'un de l'autre, et leurs tiges sont munies de châssis dentés *l m* qui sont sur deux épaisseurs différentes, pour agir lentement sur des roues à frottement doux et à cliquet, afin que la condensation se fasse bien ou qu'elle en ait le temps, et ces châssis ont des points d'appui *m* sur les côtés du grand cylindre, par d'autres tiges *n* qui glissent dans des collets *o* qui y sont fixés, et fortifient ainsi les cylindres. Ils peuvent aussi glisser l'un dans l'autre au moyen d'anneaux *p* ou de collets fixés sur les côtés de ces châssis ; enfin les deux roues *q* peuvent être de différens diamètres, et les cylindres à pistons de différentes longueurs pour donner des vitesses différentes et toujours sans volans (*voyez aussi la Mécanique du feu*). Partout en mécanique, où il y a de grosses et fortes pièces à faire, difficiles à fabriquer ou coûtant cher, l'endroit qui s'use le plus doit toujours être une petite partie postiche, ou séparée, qui puisse se détacher facilement, afin qu'il n'y ait jamais qu'elle à échanger ou à remplacer, et que cela se fasse avec économie, dans un instant, par quelques petites pièces de rechange qu'il est alors très-facile d'avoir.

2

FIGURE III.

Chaudière à vapeur, à basse ou haute pression, faisant agir la chaleur décroissante du foyer sans chauffer de surfaces étrangères; toutes les parties de cette chaudière sont semblables et d'égales dimensions, pour pouvoir être mises l'une après l'autre dans toutes les positions par rapport au courant de chaleur, afin de les faire user toutes également en les changeant ainsi de place, en sorte que toute la chaudière dure le plus long-temps possible, etc.

Cette chaudière est composée de plusieurs demi-cylindres-chaudières, placés l'un A au-dessus de l'autre B, pour former le foyer C et le courant de chaleur; l'eau des capacités D qui forment le dessous, étant moins chauffée, elle est refoulée dans les capacités supérieures A pour recevoir un plus grand degré de chaleur. La première chaudière qui contient le foyer C peut aussi recevoir des tuyaux bouilleurs E à courant d'eau; et lorsque le courant de chaleur a passé dans toutes les parties de la chaudière, il revient les chauffer toutes en-dessous F avant d'arriver à la cheminée G; on facilite le courant d'une partie à l'autre, à chaque extrémité, au moyen d'une chaudière aussi faite en demi-cylindre, laquelle porte des traverses pour cet effet, et elle est supportée sur des tourillons comme une porte, pour pouvoir l'ouvrir et dégorger les cylindres; elle est réunie aux autres parties de la chaudière par des tuyaux qui tournent l'un dans l'autre au centre

de rotation, et formant les tourillons; pour une basse pression, les demi-cylindres A B, au lieu d'être circulaires, pourraient être très-aplatis, et cela d'autant plus qu'ils s'éloignent du foyer, afin de donner un courant de chaleur moins épais, et alors susceptible d'être mieux utilisé, et cela surtout aux parties H qui sont les moins échauffées et les moins épaisses en métal et en fluide, parce qu'elles sont moins pressées par le fluide qui est à une température plus basse; toute la chaudière pourrait même n'être que d'un seul morceau, fait de tôle maintenue repliée ainsi, pour former le courant de chaleur au moyen de cadres de fer I et de clous J qui traversent la chaudière de distance en distance. Elle serait très-bien fortifiée; mais si ces clous étaient à vis et à écrous K, ces parties se trouveraient à l'extérieur ou hors le courant de chaleur. Cette chaudière est aussi très-bonne pour chauffer une grande quantité d'eau, avec peu de combustible, afin de pouvoir servir avec avantage dans différentes manufactures où cela est nécessaire; mais partout où il faut une haute température ou un feu très-intense, il faut faire chauffer par gradation différentes capacités placées après le foyer, à la suite l'une de l'autre dans le courant de chaleur, si on ne veut pas perdre une immense quantité de calorique produite: car tout ce que ces capacités retiennent est un bénéfice net, puisqu'il irait se perdre sans effet utile par la cheminée. Les hautes pressions ont encore

cet avantage en exigeant un feu très-intense, c'est que le combustible et les gaz y brûlent mieux et en moins de temps. Le courant de chaleur peut être très-long et sinueux, sans que le tirage cesse de se bien faire, ce qui donne une plus grande quantité d'air à brûler, et, par conséquent, plus de calorique de dégagé. Le reste est comme ci-devant.

FIGURE IV.

Petite chaudière à vapeur, pour chauffer sans danger, à une haute température, beaucoup de surfaces perpendiculaires au courant du calorique, etc.

Pour cela, deux chaudières A et B, en forme de cylindre, sont emmanchées l'une dans l'autre, le foyer C est dans la plus petite, qui sert de point d'appui à la partie intérieure D de la plus grande qui est très-sinueuse, afin d'augmenter les surfaces chauffantes, sans avoir un volume d'eau beaucoup plus épais à chauffer. C'est entre ces sinuosités que le courant E de chaleur revient pour passer ensuite dessous F la grande chaudière, avant d'arriver à la cheminée G, en sorte que la chaudière intérieure B est chauffée tout autour intérieurement et extérieurement; et la grande chaudière l'est tout autour intérieurement, et seulement en-dessous F extérieurement; quoique les courbes ou cannelures D qui reposent sur le pourtour de la petite chaudière la fortifient de manière à

pouvoir recevoir une très-haute pression sans danger, on pourrait cependant encore traverser le tout de distance en distance par des boulons de fer H à vis et écrous, ou bien avec des traverses à courant; de sorte que le tout ne fît plus qu'un seul morceau. Une autre chaudière formée de deux calottes sphériques, placées à un bout, sert à favoriser le courant de chaleur d'une chaudière à l'autre; et à l'extrémité, près l'entrée du foyer C, elle est seulement formée de deux cercles, disposés de manière qu'ils laissent libre l'entrée du combustible au foyer, et qu'ils facilitent le courant de chaleur sous la grande chaudière pour aller rejoindre la cheminée G. La petite chaudière pourrait aussi recevoir des tuyaux bouilleurs I. Le reste est comme ci-devant.

FIGURE V.

Chaudière à vapeur pour donner une grande quantité de surfaces à chauffer, dont les parties supérieures sont chauffées à sec pour recevoir de l'eau injectée qui se réduit à l'instant en vapeur, etc.

Cette chaudière est composée de plusieurs parties séparées, ayant la forme d'un cylindre A formé seulement aux trois-quarts de son pourtour; elles sont placées circulairement sur des cercles de fer B, de sorte que le foyer C puisse se trouver au milieu; chaque trois-quarts de cylindre A est formé d'une tôle repliée pour être clouée en-dessus D hors le cou-

rant de chaleur, ou bien il est d'une seule pièce en fonte de fer avec traverses. A l'extrémité la plus élevée où il n'y a point de liquide, se trouve un tuyau E garni en-dessous de petits trous qui servent à répandre de chaque côté sur des surfaces presque rouges, l'eau qui est injectée dans le tuyau, en sorte qu'elle se réduise instantanément en vapeur : par cette construction, il est facile de voir combien il y a de surfaces perpendiculaires échauffées, renfermant de très-minces volumes d'eau ; on pourrait aussi placer dans la partie supérieure des tuyaux bouilleurs F à courant, et les cercles de fer B pourraient être remplacés par une grande et une petite chaudière G H, ce qui pourrait donner quatre courans de chaleur au lieu d'un I ou de deux J, si on fait revenir le premier courant au-dessous de toute la chaudière A ; toutes ces parties qui présentent beaucoup de surfaces perpendiculaires renfermant un volume d'eau peu épais seront encore plus fortes, s'il y a des traverses L à courant d'eau et de vapeur, et comme elles sont toutes semblables, elles se changent à volonté haut et bas, le devant derrière et de position, pour les faire user également toutes à-la-fois, pour la plus grande durée possible de toute la chaudière. Le reste est comme ci-devant.

FIGURE VI.

Chaudière à vapeur, n'ayant qu'une petite quantité d'eau, chauffée intérieurement et extérieurement, afin de pouvoir produire de la vapeur avec un feu peu intense, etc.

Cette chaudière est formée de deux cylindres emmanchés l'un dans l'autre avec traverses, renfermant dans leur intérieur le foyer A et une circonférence de demi-cylindres-chaudières B, qui reçoivent le feu tout autour au moyen de deux courans; mais si, au lieu d'être soutenus par des cercles de fer C, ils reposaient sur un autre cylindre-chaudière, ils donneraient naissance à plusieurs courans de chaleur, car le calorique pourrait revenir par les triangles sphériques D pour retourner dans les demi-cylindres supérieurs B, et revenir ensuite par ceux inférieurs E. Afin de repasser sous toute la chaudière F, pour aller rejoindre la cheminée G, ces courans seraient favorisés par une chaudière construite de deux calottes sphériques, le tout placé au derrière avec des traverses, et sur le devant au moyen de deux cercles formant une chaudière en forme de canal; il peut aussi y avoir des tuyaux bouilleurs H à courant d'eau chaude et de vapeur. Le reste est comme ci-devant. (*Voyez aussi la Mécanique militaire.*)

FIGURE VII.

Chaudière à vapeur, où il y a une grande quantité de surfaces utiles de chauffées sans chauffer de surfaces étrangères, etc.

Cette chaudière A est composée de deux grands cylindres avec traverses qui forment la chaudière principale; laquelle renferme une circonférence des petites chaudières semblables B, et au milieu desquelles se trouve le foyer C. Le troisième courant de chaleur passe par les triangles sphériques D, les plus élevés, et le quatrième par les plus abaissés E, pour revenir ensuite chauffer le dessous F de la grande chaudière avant d'arriver à la cheminée G; mais si la chaudière A n'était pas très-grande, les petits cylindres B seraient plus courts, afin de laisser une place sur le devant pour contenir le foyer C, et alors ces petits cylindres-chaudières seraient soutenus par des cercles de fer H J, et par les tuyaux qui conduisent l'eau chaude et l'eau froide, et alors le tout serait traversé par un seul courant. Il peut aussi y avoir des tuyaux bouilleurs I. Le reste est comme ci-devant.

FIGURE VIII.

Petite chaudière à vapeur, renfermant des tuyaux bouilleurs sinueux à leur base par des surfaces courbes rentrantes qui leur donnent une très-grande force.

Les parties saillantes A étant de métal plus épais, les parties courbes B donnent plus de surfaces chauffantes et en même temps des passages C pour un deuxième courant de chaleur, avant qu'il retourne par-dessous la chaudière D pour aller joindre la cheminée E. Il pourrait y avoir deux foyers, si le combustible ne brûlait pas facilement; le foyer de dessous F servirait pour le faire sécher, et la fumée qui en sortirait pour être brûlée, traverserait le feu ardent du deuxième foyer G, provenant du combustible desséché. Tous les grands cylindres-chaudières d'enveloppes D, ne formant une épaisseur que de quelques pouces, y compris le volume d'eau, pourraient être traversés de distance en distance par des clous à vis et à écrous ou avec traverses à courant, pour que toute la chaudière ne fît qu'un seul morceau, lequel présenterait d'autant plus de résistance, que la partie intérieure où le fluide agit est une courbe comme celle d'une voûte. Cette partie alors, ainsi fortifiée par celle extérieure, pourrait être encore plus mince, afin de donner plus facilement passage à la chaleur. Ces clous ou boulons étant très-courts, leur dilatation serait presque nulle. Le reste est comme ci-devant.

FIGURE IX.

Chaudière à vapeur, à basse pression et à grands courans de chaleur, sans chauffer de surfaces étrangères, ni un volume épais de fluide.

Cette chaudière est formée d'un grand cylindre A qui sert d'enveloppe extérieure; il renferme tout le fluide et quatre cylindres B à courans de chaleur, dont un, plus grand que les autres, contient le foyer C. Ces petits cylindres sont réunis l'un à l'autre par des tubulures D qui facilitent le courant de chaleur du premier au deuxième, du deuxième au troisième, du troisième au quatrième, et de celui-ci à la cheminée E. Cette chaudière est remplie de bois F jusqu'au réservoir de vapeur G, en sorte de ne laisser qu'un très-mince volume d'eau à chauffer autour des cylindres à courant de chaleur. Le reste est comme ci-devant (*voyez aussi la Mécanique du feu*).

FIGURE X.

Chaudière à vapeur, à basse pression, ayant sa construction facile et chauffant beaucoup de surfaces perpendiculaires.

Elle est composée d'un grand cylindre A renfermant quatre capacités de forme ovale, dont une, la plus grande B, contient le foyer C; les trois autres communiquent toutes avec la première et la cheminée D. Des pièces de bois E sont placées dans les plus grands vides

qu'elles laissent, pour qu'il ne reste à chauffer qu'un très-mince volume d'eau ; on pourrait faire ces courans de chaleur d'un diamètre moins grand, afin d'en avoir trois de plus, ce qui ramènerait la cheminée D sur le derrière; la plus grande B pourrait, avec le foyer, être en haut, immédiatement au-dessous du réservoir de vapeur F, et les autres plus bas, pour que le courant de chaleur aille en descendant, ce qui ferait mieux brûler les gaz et la fumée, et le courant pourrait encore parcourir en-dessous G de la grande chaudière avant d'arriver à la cheminée. Dans toutes les chaudières, on pourrait mettre des tuyaux bouilleurs, et dans l'épaisseur du liquide, pour le faire bouillir plus vite, des machines en fil de fer portatives et postiches, faites comme des hérissons, pour servir à conduire dans l'intérieur de la chaudière le calorique pris à ses parois.

FIGURE XI.

Chaudière à vapeur, à haute pression, dont le réservoir de vapeur empêche le rayonnement et concentre la chaleur.

Cette chaudière est composée de trois cylindres emmanchés l'un dans l'autre. Dans le plus petit A se trouve le foyer B; entre celui-ci et le second, l'eau C, et entre le second et le troisième, le réservoir de vapeur D. Le courant de chaleur revient en-dessous E de la chaudière, pour retourner en arrière au-dessus

F, afin de chauffer en deux fois le réservoir de vapeur D tout autour. Ces deux capacités peuvent être fortifiées et divisées par des traverses, pour former dans l'une C un courant d'eau, et dans l'autre, un courant de vapeur D. Des tuyaux bouilleurs à courant d'eau G peuvent aussi être placés au-dessus du foyer B, dans lesquels serait refoulée l'eau du réservoir D qui ne se serait pas réduite en vapeur. On voit qu'en même temps que ces trois cylindres se fortifient et donnent plus de capacités, ils empêchent encore une déperdition de chaleur par le rayonnement, ce qui fait que la première chaudière A chauffe plus promptement que si elle était exposée à l'air libre, et par conséquent, sans être chauffée en-dessus par la vapeur D. Ces trois cylindres pourraient être fondus ensemble avec leurs traverses à courans, pour être toujours sans aucun danger.

FIGURE XII.

Chaudière à vapeur, pour les endroits qui ne permettent pas d'en avoir de très-longues, etc.

Elle est composée de deux cylindres, au milieu desquels est placé le foyer A; le courant de chaleur revient dans plusieurs autres petits cylindres B, placés extérieurement au-dessus; une partie de ces petits cylindres sont aussi chauffés en-dessous C; étant d'un petit diamètre, ils présentent proportionnellement beaucoup de surfaces chauffées, renfermant des volumes

d'eau peu épais, avec des parois très-minces, de façon à former beaucoup de vapeur avec un feu peu intense, et de présenter beaucoup plus de force et moins de danger. Le courant de chaleur, en sortant des petits cylindres, pourrait venir passer au-dessous D des grands cylindres avant de rejoindre la cheminée E. Il peut y avoir des tuyaux bouilleurs F, et les cylindres peuvent être divisés par des traverses, pour former des courans d'eau. Le reste comme ci-devant.

FIGURE XIII.

Chaudière à vapeur portative pour chauffer beaucoup de surfaces dans un petit espace, etc.

Cette chaudière est composée de deux ou d'un plus grand nombre de cylindres-chaudières avec traverses et emmanchés l'un dans l'autre. Le foyer A peut être en avant dans la plus grande chaudière B, afin que la chaleur, avant d'arriver à la cheminée C, chauffe d'une seule fois et tout autour toutes les autres chaudières D, ou bien le foyer est dans la plus petite E, pour que la chaleur vienne circuler dans la seconde, pour de là passer dans la troisième, et ainsi de suite, pour revenir chauffer le dessous F de la grande chaudière avant d'arriver à la cheminée C. On pourrait même encore augmenter la longueur du courant, en divisant l'entre-deux G des chaudières par moitié, ou en plus grand nombre. Le reste est comme ci-devant.

FIGURE XIV.

Chaudière à vapeur, à une très-haute pression.

Elle est composée d'une chaudière A formée de deux cylindres, mais fortifiée et divisée par des traverses qui servent aussi à donner des courans d'eau et à conduire le calorique intérieurement ; au milieu de cette chaudière se trouve le foyer B, ainsi que des tuyaux bouilleurs C, qui divisent la partie supérieure en deux autres parties D E, afin d'avoir trois courans de chaleur dans la chaudière A, et un quatrième en-dessous F avant d'arriver à la cheminée G.

Il est inutile de dire qu'à toutes ces chaudières, il y a des parties de chaudières faites de deux calottes sphériques, pour favoriser les courans aux deux extrémités de ces chaudières.

FIGURE XV.

Chaudière à vapeur, dont la construction est facile. Elle donne une grande quantité de surfaces perpendiculaires au calorique, et un courant de chaleur très-large et peu épais, etc., etc.

La première partie, ou chaudière A, qui contient le foyer, est composée de deux parties semblables C D, renversées l'une sur l'autre. Les autres parties en-dessous pour former le courant de chaleur, sont placées

l'une sur l'autre; d'autres parties inclinées E sont placées aux extrémités pour faciliter le courant de chaleur, et pour cela, il y a alternativement des parties qui avancent E plus les unes que les autres G; ainsi qu'on le fait aux traverses H pour former les courans d'eau. Il peut y avoir plusieurs foyers par étagères I, mais aussi à cet endroit J, les deux parties de chaudières ne sont pas avancées plus l'une que l'autre. Toutes ces capacités sont fortifiées par les traverses qui forment les courans d'eau; les côtés K des chaudières pourraient être de parties isolées, ou bien toutes d'une seule pièce. Le reste est comme ci-devant.

FIGURE XVI.

Chaudière à vapeur faite en tôle, d'une seule partie, etc.

Le foyer A est placé à l'endroit le plus abaissé, et les courans de chaleur sont formés par la chaudière qui est repliée à droite B et à gauche C pour cet effet; en sorte qu'il n'y a que deux endroits D sur les côtés, où il est un peu chauffé de surfaces étrangères. Cette chaudière pourrait être faite de plusieurs parties repliées ou non : la première qui contient le foyer, serait d'une seule partie ou deux, placées au-dessus l'une de l'autre; et il en est de même des deux autres parties qui forment le courant de chaleur jusqu'à la

cheminée E, lequel revient F par-dessous toutes les parties de la chaudière. Le reste est comme ci-devant.

FIGURE XVII.

Chaudière à vapeur, à haute pression, présentant un courant de chaleur sinueux et un mince volume d'eau à chauffer, etc.

Les parties qui composent cette chaudière sont des demi-cylindres A avec traverses, placés à côté l'un de l'autre haut et bas; mais les uns B entre les autres C, pour former des hausses qui baissent D, qui fassent bien chauffer et brûler la fumée. Il y a sur les côtés des petites portes E, pour dégorger les parties basses où se logent les cendres, et le reste est recouvert d'autres chaudières faites en forme de bahut. La cheminée F pourrait revenir en-dessous G pour y chauffer toutes les parties inférieures; toutes ces capacités peuvent être divisées par des traverses pour former des courans d'eau qui fassent chauffer par gradation, afin de faire servir la chaleur décroissante du foyer, et aussi pour mettre, sans danger, le tout à une très-haute pression. Le reste est comme ci-devant. Il est inutile de répéter que si ces longs courans absorbaient tout le calorique, en sorte qu'il n'en passât presque plus par la cheminée, le courant d'air serait avantageusement donné par un soufflet à piston.

FIGURE XVIII.

Chaudière à vapeur, qui pourrait servir en même temps de poêle, etc.

Cette machine est composée de deux parties. La première A est une chaudière formée de deux creusets faits en fonte de fer, et la deuxième B, est une chaudière formée de deux cônes tronqués placés au milieu de la première, et le tout est recouvert d'une tôle C qui joint le tuyau-cheminée D. Voici comment le courant de chaleur se fait : le foyer E étant au milieu de la chaudière conique B, le feu chauffe, en sortant de cette chaudière, le fond F de la première; puis le pourtour de l'une et de l'autre descend jusqu'en bas G, entre les deux chaudières, pour aller joindre le tuyau-cheminée D par l'enveloppe de tôle; il y a au bas trois sorties H pour retirer les cendres, et une entrée I pour le combustible, qui est faite avec rebords J au travers des deux chaudières. Des traverses à courant d'eau pourraient fortifier les cônes, et des spirales K tout autour pourraient allonger le courant de chaleur. Le reste est comme ci-devant.

FIGURE XIX.

Chaudière à vapeur, à haute pression, donnant une grande quantité de surfaces chauffantes dans un petit espace, etc.

Cette chaudière est composée d'un grand cylindre A qui contient le foyer B, et d'un autre C en travers

fixé à l'extrémité : à ce dernier cylindre-chaudière sont fixés plusieurs autres petits cylindres D qui vont joindre la cheminée E, et qui sont d'autant plus forts qu'ils sont plus petits ; par la même raison, ils présentent aussi plus de surfaces chauffantes et moins épaisses, ainsi que le volume de fluide. Le courant de chaleur, ainsi divisé, a beaucoup plus d'action, et est mieux employé. Des ouvertures F qu'on bouche à volonté sont faites au courant qui conduit à la cheminée pour pouvoir dégorger tous les cylindres D. Ces petits cylindres-chaudières ne sont point divisés par des traverses pour former des courans d'eau, mais bien seulement les deux plus grands cylindres A C. Le reste est comme ci-devant.

FIGURE XX.

Chaudière à vapeur, composée de plusieurs autres chaudières qui reçoivent différens foyers pour les alimenter l'une après l'autre ou bien toutes ensemble, selon le besoin, c'est-à-dire que le courant de chaleur peut être alternativement renvoyé dans l'endroit ou chaudière où il est le plus nécessaire, et supprimé dans d'autres, etc.

Pour cela, un long cylindre-chaudière A est composé de plusieurs parties placées au bout l'une de l'autre, et ayant en retour chacune un autre cylindre B qui contient un foyer C ; et, aux deux extrémités D du grand cylindre, il y a deux courans de chaleur qui le chauffent en-dessous, en allant joindre la cheminée E qui se trouve au milieu. On peut supprimer

à volonté l'un ou l'autre de ces deux courans D, et toutes ces chaudières sont divisées par des traverses pour former des courans d'eau, fortifier les chaudières et les chauffer par gradation pour faire servir la chaleur décroissante des foyers C. Ces chaudières peuvent être placées horizontales, verticales ou inclinées; et la fumée y brûle bien. En effet, quand on chauffe par gradation, l'air, ou bien son courant, peut être sans perte de chaleur plus considérable, puisque, dans son circuit, dedans et sous la chaudière, il abandonne toujours la chaleur aux parties plus froides que lui, et s'il en conserve encore un peu, il en a bien laissé davantage par l'oxigène qu'il a donné à brûler. Le reste est comme ci-devant.

FIGURE XXI.

Chaudière à double ou triple foyer pour bien brûler toutes sortes de combustibles, la fumée et les gaz, soit que le courant monte ou descende dans la chaudière.

Cette chaudière est composée de plusieurs parties A ou cylindres-chaudières, réunies par des tubulures B. Si le courant doit aller en montant, le foyer principal C est dans la plus abaissée, le deuxième D peut être immédiatement au-dessous de la tubulure E ou au-dessus, et le combustible est introduit par l'extrémité F de la deuxième chaudière; mais il serait mieux placé à l'autre extrémité G près le chauffeur,

ainsi que la cheminée H pour conduire ou donner plus facilement avec une porte le courant d'air le plus convenable. Si le courant descend, le deuxième ou troisième foyer I peut être immédiatement au-dessus ou au-dessous des tubulures B, soit près le chauffeur H ou à l'autre extrémité F de la chaudière. Cette manière de mettre plusieurs foyers dans un même courant est très-bonne pour bien faire brûler à-la-fois plusieurs sortes de combustibles, et le plus mauvais se met dans les foyers du milieu J du courant pour être traversé par la chaleur des premiers K, et pour que les gaz qu'il dégage soient brûlés par les derniers L qu'ils traversent.

FIGURE XXII.

Chaudière qui exige peu de place, et où le tirage est à volonté pour pouvoir bien faire brûler un combustible difficile à consumer.

Cette chaudière est composée de plusieurs parties ou cylindres-chaudières A placées, inclinées en sens inverse l'une au-dessus de l'autre, et le foyer B se trouve dans la première A qui est la plus abaissée pour avoir une longue et haute colonne d'air dilaté, qui donne une grande différence de pesanteur avec la colonne d'air atmosphérique, de sorte que la vitesse du courant de chaleur et la quantité d'air brûlé soient dans cette proportion. La réunion de ces chaudières, pour ne point chauffer de surfaces étrangères, peut

être faite de plusieurs manières : 1° avec des petites chaudières courbes C qui forment les coudes. Ensuite, on peut faire les extrémités des chaudières en coupes obliques D, ayant des tubulures E pour les dégorger, et le fluide est refoulé d'une partie à l'autre par des tuyaux en-dessous pour chauffer par gradation et faire servir la chaleur décroissante du foyer ; il pourrait même y avoir un deuxième foyer F, mais de bon combustible pour brûler la fumée du premier. On peut avoir ainsi un très-fort et très-long courant de chaleur pour chauffer par gradation, et faire servir toute la chaleur décroissante du foyer, et cela sans activer le courant par un soufflet, lorsque la chaudière s'élève très-haut en serpentant dans la cheminée, puisque l'air est alors dilaté utilement à une grande hauteur. Par la même raison, dans les machines à haute pression, plus le foyer est ardent, mieux le combustible, les gaz et la fumée brûlent, et comme il y a un plus grand tirage proportionnel à l'action du feu, il en résulte qu'il y a aussi une plus grande quantité d'air brûlé, ce qui ajoute à la quantité de calorique produite, et sans rien perdre, puisque les chaudières qui sont presque froides, jusque dans une partie G élevée de la cheminée où elles sont chauffées par gradation, absorbent toute la chaleur décroissante du courant, sans qu'il puisse y avoir équilibre entre la colonne d'air qui entre dans la chaudière et celle qui en sort.

FIGURE XXIII.

Chaudière à vapeur, à haute pression, chauffant beaucoup de surfaces horizontales par gradation et sans chauffer de surfaces étrangères ou inutiles, etc.

Cette chaudière A est composée de deux grands cylindres, fortifiés par des traverses qui y forment un courant de fluide. Cette chaudière renferme le foyer B, et au-dessus un cercle de très-petits tuyaux en cuivre C qui n'ont que quelques lignes de diamètre; ils sont placés très-près les uns des autres, de façon à ne laisser que l'intervalle nécessaire pour que la chaleur puisse circuler tout autour de chacun d'eux. Ces petits tuyaux sont emmanchés à leurs extrémités O hors la chaudière, dans des petites capacités formées de deux calottes sphériques D, fortifiées par des traverses intérieures qui les lient. L'eau y arrive chaude du grand cylindre A par un bout E pour sortir par l'autre G, afin d'aller se réduire en vapeur dans un réservoir. Le courant de chaleur passe ensuite dans trois petits cylindres-chaudières H pour venir chauffer le dessous I du grand cylindre. Ces cylindres H qui font chauffer l'eau par gradation sont placés dessous ou de côté du grand cylindre.

FIGURE XXIV.

Chaudière à vapeur, à haute pression, chauffant beaucoup de surfaces à minces parois et renfermant de très-petits volumes d'eau.

Le foyer A est à l'entrée d'une chaudière B, formée de deux cylindres, fortifiée par des traverses à courans d'eau ; et, immédiatement après le foyer, se trouve le réservoir de vapeur ou une capacité formée de deux demi-cylindres C, dont la surface de dessous est traversée par une grande quantité de petits tuyaux bouilleurs verticaux D. Tout le haut E du grand cylindre pourrait être supprimé, et le demi-cylindre C reposerait alors sur la partie basse restante F du grand cylindre ; les petits tuyaux G pourraient aussi être placés horizontalement, et les tuyaux inférieurs H seraient toujours pleins d'eau ; mais ceux supérieurs I, pleins de vapeur, seraient toujours portés à une haute température. Dans ces machines à haute pression, le feu ou le combustible brûle mieux que dans les basses, et sans chauffer de surfaces étrangères, parce qu'il est toujours entouré de surfaces utiles qui sont à une haute température. Le feu, ainsi plus intense, brûle et dilate une plus grande quantité d'air, et il produit d'autant plus de calorique qui a une très-grande action, qu'il est porté à une plus haute température. Dans ces machines, tuyaux à vapeur à haute pression, les soupapes de sûreté qui agrandissent la capacité des

réservoirs de vapeur, et que nous avons fait connaître dans notre mécanique du feu, sont on ne peut plus utiles, parce que les petits réservoirs qu'elles exigent peuvent être doublés en capacité par ces soupapes de sûreté. Dans les endroits où il faut une grande chaleur pour certaines parties de la chaudière qu'on veut porter à une très-haute pression, si le combustible est mauvais, il faut, pour que le foyer soit très-intense, que les parties qui le contiennent soient tapissées de terre-glaise ou de sable réfractaire. La partie qui doit être chauffée à une très-haute température, est immédiatement placée après le foyer pour former le fond de la chaudière; autrement, si le combustible n'est pas très-bon, il brûle mal, et si la grille est trop éloignée des parties à chauffer fortement, le fourneau présente trop de surfaces à chauffer à la fois; trop rapprochée, la chaudière emporte trop tôt le calorique, qui n'a pas le temps de s'accumuler pour bien brûler le combustible et les gaz, et chauffer fortement les parties désirées. Il faut donc alors que le pourtour du foyer soit tapissé de terre-glaise, et que le feu brûle dans l'air comprimé.

FIGURE XXV.

Chaudière à vapeur où le tirage se fait facilement, et où la vapeur est chauffée pour recevoir après sa formation une grande quantité de calorique dilatant.

Cette chaudière est composée de trois parties placées l'une au-dessus de l'autre, et réunies par des tubulures A ; mais pour augmenter encore plus le tirage, elles pourraient être inclinées en s'écartant d'un bout B l'un de l'autre, afin d'élever davantage le courant de chaleur, et d'avoir par ce moyen une colonne d'air très-dilatée et très-élevée. D'autres tubulures C, fixées à une extrémité, pourraient servir à dégorger les chaudières. Le foyer est dans la chaudière D la plus abaissée, et en-dessus se trouvent des tuyaux bouilleurs E qui reçoivent l'eau de la partie F la plus élevée de la chaudière, et par conséquent la plus chaude, pour la conduire et se réduire en vapeur dans la deuxième chaudière où elle reçoit une plus grande température G. La troisième chaudière est remplie d'eau H qui sert à alimenter la première D, et toutes ont des traverses pour donner des courans de fluide, et aussi pour être fortifiées de manière à ne pouvoir jamais craindre aucune explosion très-dangereuse. Quand la vapeur est ainsi continuellement chauffée, elle prend une température plus haute que l'eau qui la forme; car étant au-dessus de l'eau, elle lui transmet

difficilement l'excès de chaleur qu'elle reçoit, de sorte qu'elle agit sous le piston avec une grande quantité de calorique dilatant, puisque les liquides et les fluides ne s'échauffent beaucoup qu'en ascendant. La vapeur qui est au-dessus des liquides, dans un tuyau recourbé ou horizontal, peut être chauffée isolément et prendre une haute température, sans beaucoup se refroidir ni former une bien plus grande quantité de vapeur par le contact d'une très-petite partie sur l'eau. Il vaut mieux chauffer la vapeur également partout pour qu'elle y conserve la même densité, mais il n'y aurait point d'inconvénient à la maintenir plus dense près le cylindre à piston, en la chauffant moins à cet endroit.

FIGURE XXVI.

Autre Manière.

Une chaudière horizontale, formée de deux grands cylindres A, renferme le foyer B et un fort tuyau C à moitié plein d'eau. La chaudière est avec traverse pour former deux courans opposés, dont l'un D, en montant, se dirige à droite, et l'autre E à gauche, au moyen d'un tuyau F qui se divise au bas G de la chaudière. L'eau, déjà ainsi échauffée, arrive par deux petits tuyaux H dans le grand tuyau placé au-dessus du foyer B, pour y être réduite en vapeur. Elle est ensuite portée à une haute température, au moyen de

petits tuyaux en spirale I placés de distance en distance tout autour du grand tuyau C : après quoi la vapeur est conduite au cylindre à piston sans autre réservoir. Le courant de chaleur, avant d'arriver à la cheminée J, revient au-dessous K de la chaudière en y formant deux courans au moyen d'une séparation Z pour y faire absorber la plus grande partie du calorique, par l'eau froide d'alimentation qui arrive à cet endroit. La vapeur ainsi chauffée à une très-haute température, ne peut être que très-avantageuse si on fait agir sa dilatation, puisque tout le calorique qu'elle prend après sa formation est dilatant; car la vapeur ainsi chauffée à sec, ayant peu de contact avec l'eau de la chaudière, ne peut perdre sa chaleur ou la communiquer à l'eau qui en a moins qu'elle. On doit aussi remarquer que plus le courant d'eau dans les tuyaux spirale est grand, plus il passe d'eau froide au-dessus du foyer qui lui emporte une plus grande quantité de calorique pour faire réduire l'eau en vapeur, au réservoir; car il faut que le calorique entré soit le plus tôt possible absorbé par la formation de la vapeur, afin de mieux faciliter l'entrée d'une autre quantité de calorique. Il en serait de même si on se servait de l'air comprimé. Ce principe est aussi applicable à toutes les chaudières à courant, où le réservoir n'est pas au-dessus du foyer, et si, comme nous le disons, c'est de l'air comprimé qu'on emploie, il pourra servir après sa dilatation aux cylindres à piston, très-avantageusement au foyer,

puisqu'il y apportera un certain degré de chaleur qui facilitera le courant de la partie qui ne brûlera pas, ce qui amènera nécessairement plus d'air au foyer.

FIGURE XXVII et 27 bis.

Chaudières, tuyaux à vapeur pour pouvoir tapisser toutes sortes de surfaces régulières ou irrégulières, pour ne point chauffer dans aucun cas de surfaces étrangères ou inutiles, pour faire servir partout la chaleur décroissante des foyers les plus intenses, pour chauffer par gradation afin de n'avoir toujours qu'une très-petite partie à haute pression, et par conséquent sans danger; enfin, pour multiplier facilement les courans d'eau et de chaleur, pour chauffer la vapeur et l'air comprimé sans danger, afin de donner plusieurs applications utiles aux foyers dans tous endroits où l'on est forcé de faire du feu pour divers usages.

PREMIER MOYEN.

Plusieurs tuyaux A sont pliés en spirale ou en zigzag dans un même sens, pour qu'il n'y ait toujours qu'un tuyau B qui soit replié sur lui-même, et pour que le courant ne soit pas trop long et qu'il puisse se faire seul depuis le haut C jusqu'en bas D. Tous ces tuyaux qui recouvrent une surface droite ou courbe, se réunissent à un tuyau horizontal E à l'extrémité supérieure qui leur donne l'eau, sans employer de force, au moyen de deux robinets qui laissent entre eux une capacité F pour contenir l'eau qui doit entrer, aussitôt qu'on ouvre l'autre H, afin que la vapeur vienne prendre ensuite la place du volume d'eau qui entre, et il y a

aussi un autre tuyau I horizontal à la partie inférieure des tuyaux pour conduire l'eau bouillante dans le réservoir de vapeur; plusieurs autres tuyaux J, fixés également à des tuyaux horizontaux K à leur extrémité supérieure et inférieure, peuvent circuler en spirale pour couvrir la surface intérieure d'un cylindre ou d'un prisme triangulaire ou quadrangulaire, etc., en sorte que tous ces tuyaux aient tous la même longueur, et par conséquent le même courant. Leur grande inclinaison empêche tout dépôt, mais plus ils sont longs, plus on doit donner de vitesse au courant, afin que dans le même temps il arrive au réservoir de vapeur la plus grande quantité possible de calorique entraînée par l'eau. On peut aussi replier en spirale un seul tuyau L sur lui-même, en faisant aux extrémités des petites boucles M renversées horizontalement et en les croisant aux extrémités les unes sur les autres O. Plusieurs tuyaux N, pliés en spirale dans des sens inverses, peuvent aussi se toucher, et garnir parfaitement une surface; enfin, plusieurs autres tuyaux P d'une certaine grosseur, peuvent aussi être placés à côté l'un de l'autre, pour être réunis deux à deux en spirale, au moyen de très-petits tuyaux Q courbes, lesquels s'adaptent à l'endroit le plus bas R du tuyau le plus élevé, et à l'endroit le plus haut S de celui qui est le plus abaissé, de manière qu'il ne peut de cette manière rester stagnant ni eau ni dépôt dans les tuyaux. On peut aussi fondre des tuyaux T deux

à deux, qui se communiquent à une extrémité U par un trou intérieur au bout de leur séparation, de sorte qu'il n'y ait de petits tuyaux courbes V que par un bout hors le foyer X, pour les réunir quatre par quatre. On peut encore, avec des tuyaux Y ou partie de tuyaux Z horizontaux placés l'un au-dessus de l'autre, recouvrir la surface intérieure des grands fours et fourneaux, de forme ovale, circulaire ou angulaire, en maçonnant intérieurement A pour les endroits où le feu est trop violent. Il en est de même pour des cylindres B, fig. 27 bis, ou autres capacités placées horizontalement, mais alors les tuyaux courbes à courans C sont placés dans le sens vertical; plusieurs de ces tuyaux sont réunis à des petits tuyaux horizontaux *e*, dont l'un *f* leur distribue l'eau froide qu'on y refoule, et l'autre reçoit l'eau chaude *g* pour aller se réduire en vapeur dans un réservoir, si toutefois le haut *h* de ces tuyaux ne forme pas un réservoir de vapeur, qui prend une haute température. Les cylindres, ou capacités horizontales *b*, pourraient seulement être divisés par des traverses I qui seraient plus longues ou plus avancées d'un bout J que de l'autre K, soit dans le sens vertical ou horizontal *m*, pour former un courant d'eau et fortifier les cylindres. Il y a des tuyaux de distance en distance par où l'eau est refoulée, et d'autres par où elle sort chaude O pour aller au réservoir de vapeur. Enfin, si c'est un fourneau vertical P, les tuyaux à courant Q peuvent être aussi bien verticaux R qu'horizontaux

S. Ils sont de forme carrée *t* ou demi-circulaires *u*, ou enfin tout-à-fait circulaires V, ou bien encore, ce sont des traverses X qui séparent en courans d'eau l'intervalle Y qui se trouve entre le cylindre extérieur et intérieur. Il est facile de voir qu'il ne faut que construire d'après ces principes, les chaudières, les foyers, poêles, cuisines, fours et fourneaux, etc., les plus convenables. Dans toutes sortes d'usages, ces tuyaux concentreront la chaleur, et on pourra donner plusieurs applications utiles au calorique, avant qu'il se perde dans l'atmosphère, de façon à produire de plus grands effets avec moins de combustible que par les manières ordinaires; car dans la plupart des combustibles dépensés pour tous usages, il y a tout à-la-fois de la chaleur, du coke, du goudron, du vinaigre, du charbon, etc., et une force immense pour tout confectionner, si toute la chaleur est bien employée à la dilatation de l'air et des gaz comprimés, des liquides, etc.

FIGURE XXVIII.

D'après tous les principes ci-devant expliqués, il est facile de voir comment on peut améliorer les machines à vapeur actuellement en usage, quelle que soit leur forme.

On commence par emplir tout l'intérieur de bois A ou autres matières, en sorte de ne plus laisser qu'un pouce ou deux d'épaisseur de fluide sur les surfaces

chauffantes B; et s'il y a des gros tuyaux bouilleurs C, on en fait autant. On fait ensuite reposer la chaudière sur une autre D formée de deux demi-cylindres et à courans faits avec des traverses qui fortifient cette deuxième chaudière. On peut mettre aussi des tuyaux bouilleurs à courans E au-dessus du foyer, auprès des autres tuyaux bouilleurs C ; et si la chaudière est d'une forme sinueuse, pour avoir un courant de chaleur tout autour F, on fait ce courant avec des petites chaudières G, doubles demi-cylindres courbes, en sorte qu'il n'y ait pas de surface inutile d'échauffée. Le réservoir H de vapeur peut être conservé dans la grande chaudière, ou bien on en fait un second formé d'un petit cylindre, pour qu'il n'y ait plus que les tuyaux bouilleurs C E à courant, à une très-haute pression. Si la chaudière est un gros tube I avec bouilleur J, on les emplit de bois K comme devant, et tout le pourtour du foyer L peut être tapissé de tuyaux M à courant, ainsi que l'entrée N de la cheminée, pour faire servir la chaleur décroissante du foyer, et on peut faire revenir le courant de chaleur en-dessous O des tuyaux pour les y chauffer.

FIGURE XXIX.

Chaudière à vapeur à basse pression, composée de plusieurs parties placées par étagères l'une au-dessus de l'autre, pour donner beaucoup de surfaces horizontales, chauffées par un courant de chaleur qui leur est perpendiculaire.

Cette chaudière A est en partie renfermée dans une autre chaudière B à traverses, formée de deux cônes ou creusets emmanchés l'un dans l'autre, ayant un passage C pour l'entrée du combustible, et un autre D pour retirer les cendres. Ces passages sont fermés à la manière ordinaire, au moyen de deux tubulures avec rebords, qui s'emmanchent l'une dans l'autre. Le courant de chaleur se fait jusqu'au haut de la chaudière, au moyen d'un arrêt E placé en spirale, qui arrive au pied de la cheminée F au haut de la chaudière; mais on pourrait continuer la spirale en descendant extérieurement G, de sorte que le cône-chaudière B serait chauffé en dedans et en dehors.

FIGURE XXX.

Chaudière à vapeur à basse pression, présentant beaucoup de surfaces à chauffer.

Pour cela, la chaudière A est sinueuse à sa partie inférieure B, elle forme un canal tout autour C et une cavité D profonde au centre; à cet endroit un petit tuyau E intérieur y facilite le courant de chaleur, et un autre tuyau F extérieur, fixé au canal, facilite le courant du fluide de l'un à l'autre. Le courant

de chaleur est donné tout autour de la chaudière, au moyen du tuyau G qui y forme un canal en spirale tout autour, lequel est dégorgé par une raclette au bout d'un fil de fer, le canal étant interrompu de distance en distance pour cet effet; le foyer est aussi entouré de tuyaux H à courans, qui dans leur position presque horizontale donnent beaucoup de surfaces horizontales à chauffer, et qui sont presque perpendiculaires à la direction du courant de chaleur, lequel pourrait redescendre dans un autre canal spirale pour chauffer la surface extérieure I des tuyaux. Au moyen du condenseur fig. 2, et d'une roue à vapeur J à rotation immédiate, on peut avoir une machine à vapeur à condenseur sans aucun piston. Cette roue peut être construite de plusieurs manières, sans donner beaucoup plus de frottemens et de déperdition de vapeur, que les pistons ordinaires. Premièrement cette machine peut être composée de deux arrêts K fixés à un arbre immobile L, et autour duquel tourne un coffre circulaire M, fixé à un arbre N supérieur et mobile. Cet arbre tourne avec pivot O sur crapaudine dans le bout du premier L; le coffre M tourne à frottement doux dans sa partie inférieure P autour de l'arbre fixe L, ainsi que deux tiroirs G, lorsqu'ils sont fermés et qu'ils font point d'appui à la vapeur qui arrive par les arrêts. Voici le jeu de cette machine: la vapeur entre par l'arbre fixe entre le tiroir abaissé et l'arrêt K, au moyen d'un robinet à double sortie et à longue tige R

mûs dans deux sens opposés par une cheville à crochet frappée en-dessus et en-dessous par des arrêts S fixés à la roue, ou par toutes autres manières connues. La roue J en tournant, rencontre des arrêts fixes T qui font fermer un tiroir V et ouvrir l'autre X, au moyen d'une cheville Y qui traverse un long arbre Z horizontal, fixé à l'arbre N vertical de la roue M. On conçoit que la grande longueur de l'arbre horizontal Z et celle de la tige du robinet R sont pour donner de la vitesse au mouvement, afin que la vapeur arrive entre l'arrêt K et le tiroir Q, avant qu'il y ait une grande capacité de faite, comme cela a lieu dans les machines à portes; car la vapeur qui remplirait l'espace fait par la porte avant qu'elle n'arrive, ne pourrait plus agir que par sa dilatation, et nullement par sa pression. C'est pourquoi il serait également bon que les robinets Z à vapeur fussent tout près les tiroirs Q, que la roue n'eût pas une trop grande vitesse, et qu'on fît même ouvrir le robinet par la chute du tiroir, ce qui est très-facile. Il y a des rainures *a* aux extrémités du petit balancier qui fait mouvoir les tiroirs, et dans lesquelles glisse l'extrémité de leur tige *b* pour maintenir la verticalité. La vapeur sort de l'autre côté de l'arbre fixe L, ou bien par des robinets fixés à la roue M, et qui rencontrent des arrêts fixes qui les font agir.

On conçoit qu'on pourrait encore diminuer le frottement, et cela surtout si la roue servait comme machine hydraulique, en adaptant seulement des petits

rouleaux ou cylindres réacteurs *d* aux trois côtés de chaque arrêt, car celui C des tiroirs sur l'arbre fixe L a trop peu de surfaces flottantes à arco urir pour que ce soit nécessaire, tous les arrêts pourraient être formés de deux rouleaux placés au-dessus l'un de l'autre, pour tourner en sens inverse dans le canal. On peut faire agir la force expansive de la vapeur, en n'en laissant entrer qu'une certaine quantité à la fois pour la laisser dilater ensuite, mais il serait mieux d'avoir deux roues J sur le même arbre, une petite et une grande.

FIGURE XXXI.

Autre Manière.

Le coffre A est fixe, et les arrêts B fixés à l'arbre C tournent avec lui; les tiroirs D s'ouvrent avec une grande vitesse au moyen de bras E fixés à l'arbre, rencontrant les deux extrémités de la cheville horizontale F d'un essieu vertical G, auquel est fixé un arc H à l'extrémité d'une longue tige pour faire mouvoir les tiroirs D avec la plus grande vitesse. Les tiroirs peuvent être réunis par une traverse extérieure, pour être mus ensemble, ou bien ils le sont isolément par deux bras F à chevilles verticales I. Des rouleaux J pourraient être aussi fixés aux arrêts pour moins de frottement, et la vapeur arrive en-dessus K et sort en-

dessous L, pour aller au condenseur par toutes les manières ordinaires. Le reste est comme ci-devant. Voici encore un autre moyen. Le coffre M est fixe avec les arrêts N, mais les tiroirs O glissent sur roulettes P dans l'arbre Q mobile, pour entraîner avec lui les tiroirs R qui sont formés d'une seule pièce. Les tiroirs sont poussés par des tiges à arc S, poussées et retirées tout-à-coup comme celle des tiroirs D ci-devant expliquée; leur manœuvre pourrait même s'exécuter immédiatement par la vapeur au moyen d'un petit piston, fixé à chaque tige T, qui aurait son mouvement dans un très-petit cylindre fixé à l'extérieur du coffre. Le reste est comme ci-devant.

FIGURE XXXII.

Autre Moyen.

Autour de l'arbre mobile A se trouve une sphère allongée B, et au milieu glissent les tiroirs C formés d'une seule pièce, mus par une tige ou levier D dont l'extrémité est dans une double came E fixée ainsi à un essieu F qui traverse l'arbre vertical A, les tiroirs C n'ayant dans ce cas qu'un très-petit mouvement. Le reste est comme ci-devant.

Dernière Manière.

Le coffre G est encore fixe, mais les arrêts H sont mobiles avec l'arbre I, et formés de deux pistons tangens à l'arbre I; les tiroirs V sont, comme devant, manœuvrés avec une grande vitesse par un balancier J. La vapeur arrive par l'arbre aux arrêts H ou bien aux tiroirs K par le côté. On voit par les plans horizontaux la direction qu'on doit donner aux arrêts L et aux tiroirs M dans les différentes circonstances pour que la vapeur N arrive toujours aussitôt qu'il y a le moindre vide de formé. Ils pourraient aussi se fermer par des courbes O, et même par la force de la vapeur P qui arrive. On voit également qu'avec deux arrêts Q et trois autres tiroirs P à la roue fixe, ou bien avec deux tiroirs R à l'arbre, et trois arrêts S à la roue fixe, on pourrait donner à la machine un mouvement très-régulier, en faisant agir la force expansive ou en n'en faisant entrer à-la-fois qu'une petite quantité. Pour que dans une très-haute pression il y ait encore moins de déperdition de vapeur, on pourrait commencer à faire agir l'eau de la chaudière, pressée par la vapeur, et cette eau rentrerait ensuite dans la chaudière en s'élevant au-dessus dans un tuyau à deux robinets, placé horizontalement; l'eau retomberait ainsi dans la chaudière par sa pesanteur, sans employer de force, en ouvrant un des robinets, et la

vapeur viendrait remplir l'espace ; mais comme elle ne pourrait plus agir que par sa dilatation, sa pression dans une roue ou dans un cylindre à piston, serait moins grande. On peut voir aussi dans tous nos autres ouvrages quantité d'autres machines rotatoires qui sont employées tantôt comme machines hydrauliques et tantôt comme machines à vapeur.

FIGURE XXXIII.

Chaudière à vapeur, à basse pression, qui peut être portative à bras pour servir comme de poêle, etc.

Cette chaudière A a des spirales tout autour pour former le courant de chaleur qui chauffe beaucoup de surfaces B perpendiculaires au courant; et, de distance en distance, il y a des ouvertures postiches pour dégorger le canal en spirale, au moyen d'une raclette au bout d'un fil de fer. La chaudière A repose ainsi au-dessus du foyer C sur une autre chaudière D à traverses qui le contient, et qui est formée de deux capacités emmanchées l'une dans l'autre ; au travers de cette dernière chaudière passent des tubulures E qui forment les entrées du foyer et de la fournaise. Le tuyau G d'en bas de la chaudière supérieure sort par la porte du foyer à l'extérieur. Voici une autre roue H à rotation immédiate, qui se trouve dans le réservoir I de vapeur de la chaudière, et qui n'a d'au-

tre frottement que celui occasionné par la tubulure J, traversée par l'arbre K de la roue; mais ce frottement est encore diminué par de l'huile comprimée par un petit piston L à levier, à poids, pour remplacer le cercle à étoupe. Cette roue est composée d'un tuyau en spirale M fixé à l'extrémité d'un autre tuyau N perpendiculaire au pied de l'arbre K, qui est aussi lui-même formé d'un tuyau. Le trou de la spirale M qui fait plusieurs tours dans sa longueur a un grand diamètre O près le tuyau rayon N, et un peu plus petit que celui de ce tuyau. L'arbre K dans son intérieur en a un encore un peu plus grand que ce dernier, mais le diamètre P du passage à l'autre extrémité de la spirale est très-petit, en sorte que la spirale commence à tourner dans la chaudière en raison de la surface de ce petit trou qui n'est pressée d'un côté ou intérieurement que par l'atmosphère. Comme le fluide presse également en tout sens, et que le point d'appui du fluide ou de la vapeur est toujours dans la chaudière, il en résulte que la grande surface qui se trouve au grand passage O près le tuyau rayon N, est encore à-peu-près pressée en raison de son diamètre. Et si la différence entre le petit passage P et le grand O est assez grande, la vapeur sortira donc presque sans vitesse sans que la roue en ait beaucoup ni un tuyau rayon N très-long; alors toute la force de la vapeur sera bien employée de cette manière, puisqu'elle perdra sa vitesse dans une direction perpendiculaire au rayon N. On voit aussi

que plus la spirale sera longue, plus la vapeur sera chauffée pendant sa dilatation dans la chaudière. L'extrémité de l'arbre K pourra tourner dans un tuyau qui conduit la vapeur au condenseur, ou bien l'arbre tourne à frottement doux dans un tuyau à canal renversé R qui reçoit la vapeur, soit pour la faire traverser de l'eau qu'elle échauffe ou pour la condenser. Il est encore facile de voir que si cette machine était hydraulique, l'eau tomberait sans vitesse au pied S de cette roue à pression ou à réaction, et par conséquent sans perte de force.

FIGURE XXXIV.

Chaudière à vapeur, à basse pression, pour les endroits où l'emplacement n'est pas très-grand.

Cette chaudière A est faite en forme de cône tronqué dont la petite base B est immédiatement au-dessus du foyer C pour chauffer le tout plus en ascendant. Le canal D qui forme la spirale qui tourne tout autour de la chaudière est formé de plusieurs demi-cylindres circulaires E, placés par partie au bont l'un de l'autre jusqu'à la cheminée F, et on a eu soin de laisser des petits intervalles pour dégager le canal. Le tout repose ensuite au-dessus du foyer C qui se trouve dans une double chaudière G, qui a des tubulures H pour l'entrée du foyer et de la fournaise. Le tuyau I du fond de la chaudière supérieure passe par la porte du foyer,

et le courant de chaleur pourrait redescendre jusqu'en bas pour chauffer entièrement les demi-cylindres J qui forment le canal spirale. La roue K à rotation immédiate est dans le même principe que la précédente, mais non dans la chaudière et employée dans un sens inverse. Le petit passage L du tuyau spirale est fixé au tuyau rayon M, et le plus grand O est à l'autre extrémité de la spirale. La roue tourne ainsi dans l'atmosphère, de sorte que la vapeur commence à sortir du tuyau rayon M avec une force égale à sa pression et à la surface de ce petit trou, mais arrivée au plus grand passage O à l'extrémité de la spirale, son volume a augmenté en diminuant sa vitesse, de sorte que la vapeur agissant ainsi avec une pression proportionnellement moindre sur une plus grande surface d'air atmosphérique, il fait arrêt, et elle ne peut plus le percer sans résistance. Sa réaction est proportionnellement plus grande; elle sort, par conséquent, sans vitesse, et sans avoir agi sur un long rayon M ou sur un petit, mais dont la roue aurait une vitesse proportionnée à la pression de la vapeur de la chaudière. Il est facile de voir que ce raisonnement est encore applicable à une roue hydraulique à réaction.

FIGURE XXXV.

Chaudière à vapeur, à basse pression ou à eau chaude, où une mince épaisseur de fluide est chauffée intérieurement et extérieurement sans chauffer de surfaces étrangères.

Cette chaudière A est de forme conique, mais en partie creuse B, pour donner à la chaleur beaucoup de surfaces à chauffer. L'extérieur C est chauffé par un courant de chaleur formé par un canal de petits tuyaux D en spirale. On pourrait même chauffer aussi l'intérieur E par un mince canal en spirale, et le courant de chaleur sortirait par un petit tuyau F qui traverserait la chaudière pour se rendre dans l'autre courant spirale D. Le foyer G est aussi entouré de tuyaux H pour ne point chauffer de surfaces inutiles.

FIGURE XXXVI.

Chaudière à vapeur, à basse pression, pour chauffer beaucoup de surfaces horizontales ou perpendiculaires au calorique, sans chauffer de surfaces étrangères.

Pour cela, cette chaudière est formée de deux parties sinueuses et d'une mince épaisseur, placées au-dessus l'une de l'autre A B, pour être réunies à la manière ordinaire par des tubulures ou deux endroits C très-rétrécis. Le tout est ensuite entouré de tuyaux D ou de capacités peu larges et fortes qui circulent

tout autour, afin de ne point chauffer de surfaces étrangères. Une spirale E intérieure forme le courant de chaleur au-dessus du foyer F.

FIGURE XXXVII.

Double cylindre à pistons oscillans A, soit pour donner plus facilement le mouvement à une manivelle B ou bien à un châssis denté C.

Dans ce dernier cas, le châssis est dirigé par une roulette pour engréner la roue D de l'arbre à droite et à gauche; pour cela cette roulette glisse et tourne dans deux rainures parallèles peu distantes l'une de l'autre. Aux extrémités se trouvent deux ressorts qui poussent le châssis à droite pour engréner et désengréner la roue D des deux côtés opposés alternativement. Le cylindre de dilatation E étant tout autour de celui à pression F qui est au centre, il en résulte que celui-ci est plus fort, et tous les deux sont moins refroidis que lorsqu'ils sont à l'air libre. Le piston du cylindre de dilatation E n'a pas beaucoup plus de frottement que s'il était isolé à la manière ordinaire; car, supposons, pour rendre le calcul plus simple, que le tout soit carré, si le cylindre de pression F a deux pieds de diamètre ou de côté, en carré, sa surface sera de 4 pieds pour 8 de pourtour ou de frottement, et si le cylindre de dilatation E a 6 pieds carrés, en déduisant de 36 la surface du petit cylindre, il en reste 32 pieds, et en y ajoutant son frottement, il n'y

aura que 32 pieds de frottement pour 32 de surface horizontale, quoique le grand piston frotte intérieurement et extérieurement sur les deux cylindres. Le grand cylindre a une chemise de vapeur G qui enveloppe le tout pour l'échauffer pendant la dilatation qui peut être très-lente pour être bien chauffée, puisque le châssis C permet d'avoir de très-longs cylindres pour donner les plus grands mouvemens, afin que l'arbre D, moteur de machines, en reçoive un plus régulier, ce qui fait que la vapeur sort presque sans interruption du réservoir pour en nécessiter un moins grand. Il en résulte encore qu'il y a moins de vapeur et de force de perdue, les robinets ou soupapes étant ouverts et fermés moins souvent. Il en est de même à l'égard de la force d'inertie qu'occasionne un mouvement brusque du piston et souvent répété. Le châssis donne encore l'avantage de pouvoir augmenter la force ou la vitesse à volonté, car on augmente la force en faisant agir par une autre rainure le châssis sur une plus grande roue D, en sorte qu'il faille plusieurs coups de piston pour lui faire faire un tour, et on augmente la vitesse en faisant agir le châssis sur une très-petite roue, de façon que chaque coup de piston lui fasse faire plusieurs tours (*voyez la Mécanique du feu*).

La vapeur arrive de la chaudière par un tuyau horizontal H qui s'emmanche dans le bout d'un des tourillons I qui supportent les cylindres, et auxquels sont

fixés deux tuyaux dont un très-petit J qui entretient au même degré de chaleur la vapeur de la chemise G qui arrive directement de la chaudière, afin de ne point affaiblir celle qui passe par l'autre tuyau K pour agir dans les cylindres à piston ; différentes ouvertures au tourillon I et au tuyau horizontal peuvent donner par le mouvement des cylindres la vapeur dessus et dessous le piston du petit cylindre, ou bien ce même mouvement fait agir par des arrêts les robinets de sortie L et d'entrée M ; et s'il y avait un condenseur, les tuyaux de sortie viendraient joindre l'autre tourillon N, auquel un tuyau viendrait aboutir pour conduire la vapeur dilatée au condenseur. Ces cylindres peuvent être horizontalement ou verticalement, et une traverse O fixée à des jumelles Q adaptées au grand cylindre, forment un troisième point d'appui aux tiges P des pistons qui sont réunies par une autre traverse R qui les joint. Les mouvemens du grand et du petit piston, et même d'un plus grand nombre, pourraient être rendus indépendans l'un de l'autre, en les faisant agir isolément à deux manivelles à 45 degrés, et avec des traverses à rainures comme celles expliquées dans la mécanique du feu, ou bien avec chacun un châssis denté, et alors la vapeur arrive sous le grand piston avant que le petit ait achevé sa course, afin de rendre le mouvement encore plus régulier et sans volant.

FIGURE XXXVIII.

Le petit et le grand cylindre A B, oscillans, sont au bout l'un de l'autre, pour que la même tige C porte les deux pistons, les tourillons D sont placés au plus petit cylindre, et la vapeur arrive par un tourillon E comme devant; mais, après avoir agi dessus et dessous le petit piston F, elle se rend par des tuyaux G dessus et dessous le grand piston H, et malgré les deux points d'appui I, que donnent les deux pistons à leur tige C, on peut encore lui fixer deux autres tiges J, qui glissent dans des anneaux K fixés de chaque côté du grand cylindre B. Il peut aussi y avoir comme devant, une chemise L et un conducteur. On pourrait même placer à côté l'un de l'autre plusieurs cylindres de dilatation fixés dans un châssis, ou bien fondus ensemble; ils pourraient aussi être tous placés sur une même ligne, leurs tourillons tourneraient dans le châssis qui serait aussi mobile, ou bien seulement l'un dans l'autre et sans châssis; tous les cylindres et leurs pistons seraient indépendans l'un de l'autre, afin de donner à l'arbre moteur un mouvement très-régulier et sans volant ni grande vitesse; mais si les cylindres sont fixes ou non oscillans, le grand cylindre B placé en bas, et le petit A en haut, on pourra maintenir un peu d'huile sur le petit piston afin qu'il puisse recevoir de la vapeur à une haute tempé-

rature sans lui donner passage; la vapeur arriverait en petite quantité sur le petit piston en agissant sur l'huile, en commençant par sa pression, ensuite par sa dilatation, jusqu'à ce que le petit piston fût arrivé au bas de sa course; après quoi la vapeur déjà dilatée passerait au-dessous du grand piston pour achever de s'y dilater. Par ce moyen, le grand piston pourrait être placé dans la chaudière au-dessus du foyer afin d'y être très-chauffé pour donner une grande force à la vapeur qui s'y dilate.

FIGURE XXXIX.

Plusieurs cylindres à pistons et emmanchés l'un dans l'autre sont sur une même tige A, où les cylindres de dilatation sont mieux chauffés que par les manières ordinaires. Ces cylindres B peuvent aussi servir à comprimer de l'air graduellement étant refroidis dans l'eau C pour que l'air offre moins de résistance, et il y a aussi sur la même tige A, un piston D, mais qui remonte de l'eau. Autour du cylindre à pression E se trouve une chemise à vapeur C, qui communique avec celle F autour du grand cylindre B de dilatation, pour le chauffer dans son pourtour extérieur et intérieur. La pression de cette vapeur toujours contiguë avec celle de la chaudière permet de donner moins d'épaisseur aux parois des cylindres afin que la chaleur puisse mieux les pénétrer. Les deux tuyaux

qui amènent la vapeur aux deux chemises se réunissent en un seul G qui va à la chaudière. La tige du piston intérieur E peut traverser le cylindre par en bas H, pour faire mouvoir le piston D qui remonte de l'eau, et former ainsi des points d'appui éloignés l'un de l'autre, ou bien la tige ne traverse pas, mais un châssis I, qui réunit les trois tiges, glisse dans des collets J, fixés en haut et en bas des cylindres B; et ensuite au bas de ce châssis est fixée la tige K du piston qui remonte de l'eau. Ce châssis fait aussi agir les robinets L d'entrée et de sortie M de la vapeur qui va au condenseur, et il y a un petit tuyau d'eau à levier, à poids N, qui joint les boîtes à étoupes O, traversées par les trois tiges des deux pistons, afin d'y faire presser l'eau pour empêcher la vapeur de sortir. La tige du piston porte un châssis denté P, qui engrène à droite et à gauche la roue de l'arbre moteur des machines au moyen d'une charnière Q, fixée au bas du châssis denté et d'une roulette à l'autre extrémité, qui circule dans une rainure qui la dirige, afin que l'arbre tourne toujours dans un même sens. (*Voyez aussi la Mécanique du feu.*) Voici comment l'air peut être refoulé ou comprimé avec avantage graduellement. L'air arrive dans le grand cylindre B, pour y être refoulé dans le plus petit E, et de là dans la chaudière; et si les pistons sont indépendans l'un de l'autre, ou à des manivelles à 45°, la force de compression employée est mieux répartie et l'air comprimé plus lentement, pour

que la chaleur dégagée soit absorbée par l'eau C, pressée avec le petit piston à levier, à poids N, et qui remplace la vapeur. Il en résulte encore que l'orifice du robinet ou soupape L, par où sort l'air comprimé, présente moins de différence avec le petit piston A que le grand B, et qu'alors on pourrait donner au petit piston une plus grande vitesse, sans être sujet à perdre beaucoup de force, à donner une vitesse inutile à l'air comprimé. Quand il y a peu de vitesse dans la chasse des pistons, et que cette chasse est très-longue, la condensation a le temps de se bien faire au condenseur, et la vapeur qui se dilate dans le cylindre a aussi le temps de se bien chauffer ou d'absorber une grande quantité de calorique qui lui donne une très-grande force de dilatation, en sorte qu'il y a, dans ce cas, de l'avantage à avoir des cylindres à pistons très-longs et de petit diamètre, quoiqu'ils donnent plus de frottement, parce qu'ayant plus de force, avec une moindre épaisseur, ils chauffent beaucoup mieux et présentent moins de danger d'explosion, et lorsqu'on s'en sert pour comprimer de l'air dans l'eau, le refroidissement est aussi plus grand. La pompe hydraulique peut être foulante et aspirante : si l'eau à élever n'est pas trop profonde, et si on tient un peu d'eau sur le piston *q*, il pourra servir en montant à comprimer de l'air, lequel arrive par un tuyau R, et sort comprimé par un autre S; mais si la profondeur est considérable, une chaîne de tringle de fer T ou de bois est fixée à la tige

K et au piston, qui est garni de soupapes U, pour qu'il puisse descendre sous l'eau par son propre poids; de grandes soupapes V sont ensuite au-dessus, pour qu'en remontant, le piston *q* ne donne pas une vitesse inutile à l'eau, qui lui fasse perdre beaucoup de force, et comme le bois pèse moins que l'eau, de longues pièces X fixées au piston pourraient refouler l'eau Y et aspirer Z, soit au moyen d'un tuyau *a* de côté à grandes soupapes *b*, ou bien avec des soupapes au piston *c*, si le mouvement était très-lent.

FIGURE XL.

Machine portative, à air comprimé et à vapeur, n'exigeant pas la 10e partie du combustible employé dans les machines à vapeur ordinaires.

Cette machine est composée d'une forte chaudière A, formée de deux cylindres emmanchés l'un dans l'autre avec traverses pour former des courans de fluide et fortifier la chaudière. Le combustible entre dans la chaudière au moyen d'une trémie à tiroirs B ou à robinets, en ouvrant le premier B pour qu'une certaine quantité de combustible E tombe sur le second C. On le referme ensuite, et on ouvre le deuxième pour que le charbon D tombe dans la chaudière sur la grille E. Après quoi, on le referme pour ouvrir le premier B, afin que le charbon tombe de nouveau sur le second C, et ensuite dans la chaudière, après

avoir fermé le premier tiroir. La chaleur, qui arrive entre les deux tiroirs F pour remplacer le combustible, pourrait, avec un petit tuyau à robinet G, aller chauffer l'eau d'alimentation. Les cendres en sont retirées de même, ou au moyen d'un fil de fer qui porte une raclette à son extrémité, soit pour être manœuvré au travers des trous des robinets H, ou bien par une ouverture I qui s'ouvre à volonté au fond du cylindre. L'air comprimé peut aussi arriver par le passage des cendres H à travers les robinets, afin de traverser le foyer J qui est au-dessus et qui brûle dans l'air comprimé pour donner un feu aussi violent que celui des fourneaux de fonderies; mais pour cela, le cylindre serait tapissé de sable ou briques réfractaires. L'azote et les gaz mal brûlés peuvent se joindre à la vapeur, en se dégageant du combustible, par un même tuyau K ou conduit pour aller agir ensemble sous le piston moteur L, ou bien l'un après l'autre. Les cylindres M de dilatation à pistons étant horizontaux se trouvent emmanchés l'un dans l'autre et dans la chaudière par un bout en laissant tout autour des intervalles N qui les séparent, afin qu'ils puissent être chauffés graduellement pendant la dilatation des fluides; et pour cela, les cylindres O qui contiennent le fluide le plus dilaté étant moins pressés, ont aussi leurs parois plus minces, et ils pourraient même être les plus longs pour être les plus avancés dans la chaudière près le foyer J. Tous les pistons sont à châssis denté P,

et indépendans l'un de l'autre pour pouvoir agir lentement et donner un mouvement régulier à l'arbre Q, moteur de machines sans volant. Il en résulte encore que la dilatation refroidit moins, et que le fluide dilaté a le temps de prendre la température de l'air de la chaudière; et, comme à l'extrémité des châssis, il y a un semblable mécanisme R dans une cuve d'eau S pour refroidir l'air qu'il comprime par gradation, il en résulte aussi qu'il faut moins de force pour la compression qui se fait lentement, car l'air qui arrive dans le grand cylindre T, y est très-bien refroidi par l'eau S qui se trouve tout autour dans les intervalles pour absorber la chaleur que lui fait dégager la compression. L'air est ainsi refoulé dans le petit cylindre U pour être plus comprimé et forcé dans la chaudière A, au travers de la soupape du tuyau de conduite V. Il est inutile de dire que l'air arrive comme la vapeur dessus et dessous les pistons T U par des soupapes X qui se ferment dans un sens, et en sort par d'autres soupapes Y qui s'ouvrent dans l'autre sens. *(Voyez la Mécanique du feu.)* Mais comme l'air dilaté et la vapeur qui sortent du dernier cylindre L conservent encore la température de l'air de la chaudière, on pourrait faire comprimer de l'air dans l'intervalle d'une troisième enveloppe *a* ou chaudière pour y prendre une température de 50°, lequel irait agir dans un autre très-grand cylindre avec l'air dilaté et plus échauffé, qui pourrait encore lui donner

de la force avant de se perdre dans l'atmosphère. Enfin, dans toutes les machines ordinaires à vapeur à haute pression, on pourrait, sans plus de combustible, y trouver la chaleur nécessaire pour avoir une deuxième machine à air comprimé aussi forte que la machine à vapeur elle-même, et cette troisième chaudière pourrait être recouverte de vapeur dilatée, comme il a été indiqué fig. 2e; cela empêcherait le rayonnement et échaufferait les chaudières pour les dilater moins inégalement et offrir moins de danger. Il y a encore différens moyens de comprimer l'air, premièrement au moyen de deux pistons horizontaux *b* dont les tiges opposées *c* sont réunies par un châssis *d* qui glisse dans des collets *e* fixés sur les côtés des cylindres, et pour que l'air comprimé n'échauffe pas les ylindres *f*, il y a de l'eau *g* derrière les pistons *b* pour les rafraîchir. Un robinet *h* à deux ouvertures donne alternativement passage à l'air comprimé des deux cylindres, et deux autres tuyaux à soupapes I fixés au-dessus, servent à l'air atmosphérique. L'eau est aussi refoulée dans deux cylindres verticaux J pour y comprimer l'air qui arrive par un tuyau à soupape K, et sort par un autre à robinet ou soupape I, ce qui forme deux machines à doubles effets rafraîchies et mues par une seule tige *m*, et si on éloigne un peu plus les deux cylindres *f* l'un de l'autre pour que la tige *m* puisse traverser leur séparation *n* dans un collet à étoupe, les deux pistons *b* seront fixés à la

même tige *m*, et le châssis *d* ne sera plus nécessaire. Ce moyen pourrait être aussi très-bon pour faire agir l'air comprimé et échauffé. Le fluide étant de l'huile *g* ou du mercure, les pistons pourraient être moins serrés pour donner moins de frottement, tout en fermant tout passage à l'air. On doit encore remarquer que si, aux tuyaux verticaux J, on y en ajoutait d'autres qui descendraient pour remonter à un niveau un peu plus élevé, on pourrait faire agir la vapeur à un bout pour comprimer de l'air à l'autre, parce que les fluides s'échauffent peu en descendant. Il est facile de voir qu'on pourrait mettre les pistons *b* verticaux, en tenant un des cylindres verticaux J plus élevé, et l'autre plus abaissé ; mais il vaudrait mieux supprimer ces deux cylindres et maintenir seulement un peu d'eau sur les deux pistons O; ces cylindres P étant de différens diamètres, l'air s'y comprime graduellement, et il y a moins de différence entre la grandeur des pistons et celle des soupapes I qui servent aux passages de l'air comprimé, mais quand l'air comprimé est bien chassé par le piston O, le vide se fait un peu lorsqu'il se retire, et alors l'air peut arriver après avoir traversé une petite épaisseur d'eau *r* pour le condenser davantage et le rendre plus facile à comprimer.

On peut aussi mettre plusieurs tuyaux à soupapes S tout autour du cylindre *t*, afin que leurs surfaces réunies égalent celles du piston *u* au moyen d'un long

piston V qui n'a de frottement qu'au milieu X. Des cavités Y, pour contenir de l'eau, se trouvent à la partie inférieure du cylindre et supérieure du piston; mais à celle inférieure se trouve une saillie Z, ainsi qu'à l'extrémité supérieure du cylindre, afin de faire refluer l'eau pour qu'elle chasse par les soupapes S la petite quantité d'air comprimé qui se trouve autour des extrémités du piston *u*; on peut encore rafraîchir les cylindres A au moyen d'un cylindre recourbé B, pour qu'il y ait de l'eau dessus C et dessous D le piston. Pour les rafraîchir extérieurement E, on tient de l'eau tout autour. Deux capacités F G qui s'emmanchent l'une dans l'autre, dont la plus grande F est à moitié pleine d'eau, peuvent aussi servir à comprimer de l'air avec peu de frottement. La capacité intérieure G faisant fonction de piston, l'air arrive par les tuyaux dont les soupapes H s'ouvrent intérieurement, et il sort comprimé par les tuyaux I dont les soupapes J s'ouvrent extérieurement. Voulant sans doute déprécier nos machines à air comprimé et échauffé, on a dit qu'il n'y avait point de bénéfice à comprimer de l'air dans une chaudière chauffée à une température de 100°, parce qu'il s'y dilate après y être entré, nous répondrons qu'il ne peut s'y dilater que d'une quantité proportionnelle à la densité de l'air contenu dans la chaudière et à sa température; et pour 100°, on sait qu'il n'augmente qu'aux 3 8 de son volume. L'air très-comprimé ne se dilatera donc aussi

dans la chaudière, après son arrivée, qu'aux 3/8 de son volume, en conservant la même force que celle qui l'a comprimé. Alors ce plus grand volume pourra élever le piston plus haut que celui plus petit qui n'est pas échauffé ou dilaté ni plus fort. Si tous les cylindres à pistons de dilatation, par où le premier doit passer pour se dilater, sont chauffés graduellement en augmentant de température au fur et à mesure que l'air les parcourt pour s'y dilater, et cela jusqu'à une densité au-dessous de celle de l'atmosphère, il pourra rendre une force dix fois plus grande que celle employée pour la compression, si cette compression est seulement de dix atmosphères (*voyez Physique de Brisson*, art. *air comprimé*); mais la dilatation étant lente, et l'augmentation graduelle de température étant considérable, le résultat doit être immense et vingt fois plus grand que dans les machines à basse pression. Il est certain qu'il doit être plus avantageux d'employer un fluide ou gaz qui est tout fait, tel que l'air comprimé, et qui coûte moins de calorique pour sa compression que l'eau pour la formation d'une vapeur dense, surtout pour un fluide ou un gaz qui a une chaleur spécifique quatre fois moindre que celle de l'eau, et qui sans doute en a encore bien moins lorsqu'il est très-comprimé; mais il est certain qu'il sera préféré aussitôt que le public sera assez instruit dans les sciences utiles pour que les charlatans ou savans imaginaires n'aient plus sur lui une funeste influence, c'est-à-dire lorsque

le charlatanisme en France sera abattu. Nous avons beaucoup voyagé, mais nous avons malheureusement reconnu que le charlatanisme de ceux qui se croient savans était plus écouté en France qu'à l'étranger, quoiqu'il n'y eût qu'un peu plus de théorie. On conçoit pourquoi nos malheureux copistes ne voulaient pas rendre la science populaire, puisque c'eût été dévoiler le secret qui fait toute leur puissance; car il ne fallait à ces génies factices que se renvoyer de l'un à l'autre les grands mots de savans, de célèbres, de vertueux, de philantropes même, et tout le monde les croyait sur parole; mais rien ne pourra mieux que nos ouvrages faire connaître au public ceux qui en ont parlé et ceux qui en devaient parler. Ces faux savans avaient bien pensé que par suite de l'ignorance des sciences utiles dans laquelle ils ont laissé le public, il ne pourrait avoir confiance que dans les niaiseries si bien vantées par les plus grands de ces charlatans, mais ils ont eu tort de ne pas mettre en ligne de compte le courage de l'auteur; car il en est qu'on ne peut étouffer facilement, et contre lesquels toutes les machines à calculer de toute l'Europe ne pourraient rien.

FIGURE XLI.

Chaudière, tuyaux à vapeur, où le courant d'eau est donné par la différence de densité du fluide occasionnée par la chaleur.

Cette chaudière peut être formée de tuyaux circulaires A, ou seulement demi-circulaires, ayant les courbes tournées du côté du foyer B, ou bien le tout est de plaques de tôle, divisées par des traverses qui forment en quelque sorte les tuyaux à courans. Le réservoir C de vapeur auquel se joignent les tuyaux, contient une quantité d'eau D un peu plus élevée qu'à l'extrémité supérieure E de ce tuyau, afin qu'elle y descende seule par une soupape clapet F, pour venir se réduire en vapeur par l'autre extrémité G, qui s'élève jusque dans la vapeur, et les jointures H de ces tuyaux se trouvent en-dedans de la chaudière, pour ne pas être sujettes à se détériorer par le foyer. L'eau chauffée de la partie supérieure I des tuyaux étant moins élevée que celle de la chaudière, le courant a lieu naturellement par l'eau plus chaude ou plus dilatée; ainsi, dans toutes les chaudières à courans, l'eau fait plusieurs fois le tour du foyer, et la vapeur reste au haut de la chaudière, ou réservoir C; mais dans les autres chaudières il ne faut pas une trop grande épaisseur de fluide en ascendant, à moins qu'il n'y ait un fort courant donné par un piston, qui ramène promptement toute l'eau à la surface C où elle se réduit en vapeur; car,

pour que la chaudière puisse faire une grande dépense de calorique, il faut que la vapeur s'y forme le plus vite possible, puisque c'est la transformation en vapeur qui en absorbe le plus; et comme la vapeur est facile à échauffer, en ce que le calorique y rayonne plus facilement, il est plus que probable que si on la chauffait directement dans des tuyaux bouilleurs J après sa formation, elle donnerait encore lieu à une plus grande dépense de calorique que l'eau, dans un même temps donné; mais il vaudrait sans doute encore mieux qu'elle restât plus épaisse, et qu'après avoir agi par sa pression dans un cylindre à piston, elle allât ensuite travailler par sa dilatation dans un autre très-long et fortement chauffé, formé de deux cylindres emmanchés l'un dans l'autre, placés ainsi horizontalement entre la chaudière et la cheminée, afin d'être traversé par le courant de chaleur comme une deuxième chaudière; car lorsqu'on chauffe ainsi pendant la dilatation dans les cylindres, il n'y a pas de condensation, et la chaleur est mieux utilisée pour donner de la force à la vapeur, le courant de chaleur revient sous K les tuyaux et retourne ensuite sous L le réservoir pour aller joindre la cheminée. Cette manière de faire passer le courant de chaleur sous les chaudières ne peut être que très-avantageuse, parce que cette partie, qui est la moins chauffée, l'est ensuite fortement en ascendant, en sorte qu'elle peut faire une grande dépense de calorique, et la fumée et les gaz que le combusti-

ble dégage et qui tendent à s'élever par leur légèreté, sont forcés de séjourner plus long-temps, afin d'avoir le temps de se bien chauffer et d'être bien brûlés.

FIGURE XLII.

Autre Chaudière. — Tuyaux à courans.

Elle est composée de quantité de traverses de tuyaux horizontaux A; le tuyau B supérieur et ceux de côté C, sont d'un plus grand diamètre que ceux intérieurs A, pour ne laisser aucune issue au calorique. Les tuyaux inférieurs D, sont des spirales horizontales, pour présenter de côté E une surface où le fluide soit chauffé en ascendant; et l'eau ainsi déjà échauffée entre dans les tranches des tuyaux supérieurs au moyen de deux robinets F fixés à un petit tube placé au-dessus d'un tuyau horizontal qui donne l'eau à toutes les tranches, et la vapeur en est reçue de l'autre côté par un tuyau horizontal G qui sert de réservoir de vapeur. Lorsque les travaux à faire sont irréguliers, on pourrait donner aussi au moteur la plus grande irrégularité, sans perte de force et sans danger, au moyen de ces petites et fortes chaudières-tuyaux et des soupapes de la mécanique du feu, qui grandissent la capacité de ces chaudières en diminuant l'intensité du foyer; enfin dans ces machines à haute pression, les frottemens ne sont pas plus grands que dans les basses, les manœuvres

ne changeant pas, mais la résistance atmosphérique est, comme le piston, beaucoup plus petite.

FIGURE XLIII.

Chaudière.—Autres Tuyaux à vapeur.

Les petits tuyaux-bouilleurs de chaque tranche A sont pendans isolés au-dessus du courant de chaleur B, et en sont traversés ainsi sur toute la longueur de cette chaudière. Les tuyaux horizontaux de dessus C et de côté D sont un peu plus gros, afin de fermer parfaitement le foyer B partout, les tuyaux de dessus C, au lieu d'être en travers, pourraient être en long E. Le reste est comme ci-devant.

FIGURE XLIV.

Autre Chaudière à tuyaux.

Les tranches de tuyaux se continuent depuis le haut A jusqu'en bas B, pour être placées en quantité ainsi à côté l'une de l'autre, selon la longueur du courant de chaleur qu'on désire avoir; et le foyer C est placé entre des tuyaux horizontaux en spirale, un peu avant les traverses de tuyaux verticaux A, pour les chauffer en les traversant ainsi jusqu'à la cheminée. Les plus grands tuyaux D qui forment tout le pourtour de la chaudière, pourraient être tapissés inté-

rieurement de terre glaise, pour couvrir les jointures E des tuyaux, et ne pas les détériorer, et alors les petits tuyaux A chauffés plus fortement au milieu, formant un grand courant d'eau qui charroie beaucoup de colorique au réservoir F ; car la moitié de l'eau de ces petits tuyaux se dilatant ou se formant en vapeur, la plus pesante, celle alimentaire G, qui est la plus élevée et la moins chauffée, et qui est dans un grand tuyau vertical, doit pousser l'autre au réservoir F; et il y a une soupape clapet H pour favoriser le courant toujours dans un même sens.

L'eau d'alimentation dans ces tuyaux à courant, arrive entre les deux robinets G, par un très-petit passage pour que la quantité d'eau pour un temps donné soit proportionnelle à l'élévation de l'eau qui se trouve au-dessus, afin de ne produire la quantité de vapeur que suivant le besoin ; car si la machine marche trop vite, elle donne moins d'eau; l'eau n'ayant pas le temps nécessaire pour entrer en plus grande quantité, il résulte encore que dans ces chaudières à tuyaux à courant et à haute pression, la vapeur s'y fortifie, et que le colorique est aussitôt employé que produit; indépendamment qu'elles sont sans grand danger, elles sont encore, comme portatives, susceptibles d'être employées à un infinité de travaux que les autres ne pourraient pas faire ; car, pour que la machine soit la plus portative, il faut qu'elle soit la plus petite possible, qu'elle produise avec la plus grande vitesse

le bon sens indique assez que celui donné naturellement par la dilatation d'une haute colonne d'air, coûte cent fois plus par la quantité de calorique qu'elle nécessite et qu'elle emporte; il en résulterait encore qu'on pourrait faire dégager la plus grande quantité possible de calorique du combustible, et sans jamais avoir à craindre aucune fumée, d'où il résulterait peut-être une économie dans le combustible des 9/10e.

FIGURE XLV.

Autre Chaudière.

Tous les tuyaux C sont renfermés dans un grande chaudière A, formée de deux cylindres fortifiés par des traverses à courans, et au-dessus de toutes les tranches de tuyaux se trouve un réservoir B de vapeur formé de deux arcs en tôle courbe avec traverses, auquel aboutissent toutes les tranches de tuyaux C aux deux extrémités, et à une extrémité se trouvent des soupapes clapet D pour forcer toujours le courant d'eau dans un même sens; mais toutes les tranches de tuyaux C pourraient se réunir à des tuyaux horizontaux F et en travers, dont l'un G recevrait l'eau de la chaudière entre deux robinets H, et l'autre I la conduirait toute chaude avec la vapeur dans le réservoir B. Le reste pour la chaudière est comme ci-devant.

danger, mais il vaut encore mieux qu'elle coûte peu ; qu'elle dépense de même, et qu'elle soit petite pour pouvoir être utilisée facilement partout et pour tout : autrement, elle ne serait que peu ou pas mise en usage ; mais nous ne sommes pas de leur avis, lorsqu'ils s'efforcent de dire que les tuyaux présentent autant de danger que les grandes chaudières à basse pression, et qu'il est plus avantageux de se servir de vapeur à basse pression, en ce que le résultat est plus grand pour une même quantité de colorique donnée ; car la vapeur à basse pression, est de la vapeur qui s'est dilatée inutilement dans la chaudière, et qui pour cela a absorbé une grande quantité de colorique, et cependant cette vapeur à grand volume et peu dense, ne peut plus agir que par sa pression, tandis qu'on peut faire agir facilement de la vapeur épaisse, ou à une haute température, avec une énorme pression, et ensuite avec une dilatation encore plus grande, en la maintenant seulement à la même température, pendant sa dilatation par la chaleur décroissante du foyer; car on ne peut douter que, pour que la vapeur rende le plus grand résultat possible, il faut qu'elle entre sous un piston, dans le plus petit volume, et qu'elle sorte des cylindres dans le plus grand volume sans avoir changé de température.

Partout où l'on fait du feu, on devrait toujours faire absorber ou utiliser tout le calorique produit, et donner ensuite le courant par un soufflet à piston, car

ainsi élevée dans le serpentin par la vapeur qui y arrive, pour qu'elle descende ensuite au fond, en condensant la vapeur dans son trajet; il y a un petit tuyau Y au haut du serpentin, qui porte une soupape à poids ou à ressort, et qui s'ouvre extérieurement afin que l'air et la vapeur mal condensée ne puissent s'y accumuler de manière à mettre la machine en danger; et si la chaudière est chauffée par gradation, et que la dernière partie *a* soit peu chauffée ou peu pressée, la force de la vapeur du condenseur y fera entrer l'eau d'alimentation, alors échauffée, qui est descendue au bas du serpentin, en forçant seulement une soupape *b* clapet à ressort ou à levier à poids, fixée à un tuyau qui joint celui de la chaudière *a*; mais autrement, l'eau d'alimentation et une partie de l'air et de la vapeur mal condensée seront refoulés dans la chaudière par un piston à double effet, pour faire servir la pression de cette vapeur et qu'il y ait moins de force employée; par ce moyen, on économise l'eau et une partie de la chaleur enlevées par l'eau de condensation et par la vapeur dans les machines à haute pression sans condenseur, et pour les machines portatives, le serpentin est très-petit et placé au milieu de l'eau d'alimentation. La soupape à poids Y, qui s'ouvre extérieurement, est beaucoup plus chargée, en sorte que la machine travaille par la différence de chaleur occasionnée par la dilatation de la vapeur dans les cylindres, par l'eau d'alimentation que cette vapeur tra-

Il pourrait y avoir une soupape clapet à poids ou de sûreté E dans le tuyau qui conduit la vapeur au cylindre G à piston de pression ou de dilatation pour limiter sa pression dans la chaudière, de manière qu'elle n'arrive au cylindre que quand elle a acquis la pression nécessaire, et d'une quantité d'autant plus grande qu'elle a plus de force pour ouvrir la soupape à poids E, n'étant pas manœuvrée autrement. Au cylindre à piston G est fixé un cadre J, dont les deux montans K traversent une autre traverse L fixée à la tige M du piston, et à cette dernière traverse L sont adaptées deux autres tiges N qui passent dans des collets O à l'extrémité supérieure du cylindre, et à leur extrémité inférieure P, elles sont réunies par un cercle Q qui glisse sur le cylindre G, en ne frottant cependant que dans deux endroits opposés; des bielles R, fixées à cette extrémité, peuvent donner des mouvemens hauts et bas, ou bien horizontalement, sans avoir besoin d'un emplacement très-élevé ou très-long, si le cylindre est horizontal. On peut économiser l'eau dans les endroits où il est difficile de se la procurer, si la vapeur très-dilatée qui sort du cylindre à piston de dilatation G entre dans un serpentin S immergé dans un cuvier d'eau froide; mais avant d'entrer, elle traverse l'eau froide d'alimentation T qui arrive dans un petit coude U du tuyau, au moyen de deux robinets V placés au-dessus, en sorte qu'un volume de vapeur et d'air remplace le volume d'eau qui entre, et cette eau est

ce grand tuyau spirale qui est refroidi par l'eau I de la bache intérieurement et extérieurement, et l'eau J, servant à la condensation, se trouve toujours avec une mince épaisseur entre les deux tuyaux emmanchés l'un dans l'autre; elle arrive aussi comme ci-devant entre deux robinets *k* placés au-dessus d'un tuyau coudé *l*, pour que cette eau soit traversée et poussée dans le condenseur par la vapeur *m* qui arrive du cylindre à piston; on pourrait mettre au-dessus de ce condenseur un tuyau à deux tiroirs *n*, pour faire entrer dans l'hiver de la glace entre les deux premiers tuyaux, qui s'emparerait en fondant d'une grande partie de la chaleur apportée par la vapeur, ce qui augmenterait autant le résultat de la machine que si on mettait plus de combustible dans le foyer.

L'eau descendue au bas de la spirale peut entrer dans la chaudière près le réservoir *p*, et en limiter la quantité au moyen de deux robinets ou tiroirs *q*, encore placés comme ceux dont nous nous servons dans notre mécanique des gens du monde pour faire entrer sans force le combustible dans l'air comprimé de la chaudière; car aussitôt que l'eau *r* de la chaudière est trop élevée pour que la vapeur *s* puisse venir prendre la place de l'eau entre les deux robinets *q*, l'eau ne peut plus entrer dans la chaudière *p*; on produira encore le même effet, si on tient le passage *t* par où elle arrive pour se placer entre les deux robinets, de manière qu'il ne puisse en fournir qu'une quantité

comme dans un temps donné; en sorte que si la machine va long-temps trop vite, il n'entre presque plus d'eau relativement à sa dépense; mais si on n'avait pas besoin que la vapeur qui vient remplacer l'eau entre les deux robinets *q* chauffe, en sortant, l'eau d'alimentation, alors cette vapeur n'agirait que par sa pression et par sa dilatation; elle pourrait entrer dans un tube *u*, à l'extrémité duquel elle ferait tourner une très-petite roue spirale ou autre, et à pression ou à réaction, comme celle d'un tourne-broche à fumée, dont le plus ou moins de vitesse ferait frapper un ressort sur une sonnette qui indiquerait aussi le plus ou moins de pression de la vapeur dans la chaudière; cette roue pourrait aussi faire mouvoir des petits poids à force centrifuge qui élèvent une aiguille qui marque la pression dans la chaudière.

FIGURE XLVI.

Machine à gaz acide carbonique, comprimé ou liquéfié, à air comprimé, à éther, à alcool, mercure, etc.

Cette machine est composée de quatre cylindres verticaux et de deux horizontaux : les deux A et B sont dans un réservoir d'eau chaude; et les deux autres C et D dans un réservoir d'eau froide. Il y a aussi quatre serpentins dans un réservoir d'eau froide Q dont deux grands pour le gaz dilaté, et deux petits

pour le gaz comprimé ou liquéfié. Le cylindre A est réuni au cylindre C par un des grands serpentins E et par un petit F. Il en est de même du cylindre B avec le cylindre D. Le cylindre à piston moteur GGG réunit les cylindres A et B et celui à piston compresseur H les cylindres C et D. Voici actuellement le jeu de cette machine : le gaz liquéfié arrive sur l'huile A ou le mercure par le robinet I du petit serpentin, jusqu'à ce qu'il ait laissé sortir la charge convenable qui doit se dilater ; après quoi il se referme, ce qui fait mouvoir le piston G, et chasser le gaz dilaté du cylindre B dans le grand serpentin J par un robinet P, d'où il passe en forçant un clapet K dans le cylindre D compresseur, pour y être comprimé par le piston compresseur H, qui fait mouvoir l'huile D pour faire entrer le gaz comprimé par un clapet O dans le petit serpentin L, lequel sert de réservoir pour plusieurs charges au cylindre B ; et la grandeur de chaque charge est proportionnelle à la durée de l'ouverture du robinet M ; le gaz B, en se dilatant, fait mouvoir le piston G qui refoule le gaz A par le robinet N dans le grand serpentin E où il se condense dans plusieurs autres charges, avant de se rendre par le clapet R dans le cylindre C compresseur, et ainsi de suite : on voit par les brides S qui réunissent les cylindres, qu'ils peuvent être fondus ou burinés, et le gaz n'arrive jamais jusque là ; mais pour que les robinets N I P M et les clapets S R T O K n'y donnent

aucune issue, ils sont renfermés avec les tubulures U dans des petites capacités formées de deux parties bien taraudées, afin de contenir une petite quantité d'eau ou d'huile qui est pressée comme le gaz par un piston *a* à lévier, à poids ou à ressort; en sorte que le gaz ne peut traverser de l'eau presque aussi comprimée que lui; mais il ne serait pas impossible d'y pouvoir faire une soudure, ou bien le robinet *k* est dans le tuyau *l*, et sa tige *m* descend pour traverser une couche d'huile *n*, soit pour être manœuvrée verticalement ou de côté *o*.

Les robinets P R, etc., et soupapes pourraient aussi être renfermés dans le réservoir d'eau froide Q avec les serpentins, et un lévier à piston, à poids ou à ressort V, en presserait l'eau à la manière d'une presse hydraulique; le refroidissement en pourrait être plus grand en même temps qu'il ne pourrait se faire aucune perte de gaz; des soupapes de sûreté X également composées sont munies d'un robinet Y au bas du petit piston, pour être ouvert et fermé alternativement, à chaque fois qu'il est nécessaire de remettre de l'huile ou du gaz dans les cylindres. Il est inutile de dire que le piston G fait mouvoir un arbre vertical qui fait agir le piston H, ainsi que les bielles nécessaires pour faire mouvoir les robinets I P, etc. S'il y avait un grand avantage à faire préparer les charges d'avance, on pourrait le faire facilement au moyen d'un autre robinet Z un peu éloigné du pre-

mier I, pour être manœuvré alternativement; on peut même faire préparer les charges dans une capacité *a* où l'huile arrive de l'extrémité *c* du cylindre à piston G par un tuyau à robinet *b*, afin de faire monter tout le gaz dans le cylindre A, en sorte que la capacité ne soit pas agrandie par la préparation de la charge, et qu'il n'y ait pas de dilatation inutile. Les quatre serpentins E F J L pourraient être en plomb ou bien de fer laminé à la manière anglaise. Ce moyen est aussi très-propre à refouler l'air rouge comprimé d'un foyer au fond *d* d'une chaudière *e* remplie de liquide ou gaz; pour cela, le piston *f* repose sur l'eau d'un tuyau coudé *g* qui, en forçant l'eau, fait ouvrir une soupape *h* qui ferme en même temps l'entrée de l'air rouge au tuyau *i*; lequel est refoulé ainsi par une soupape *j* au fond de la chaudière.

On a beau faire, on ne pourra jamais bien économiser le combustible dans les machines à feu qu'avec nos chaudières composées de plusieurs parties où le fluide est refoulé de l'une à l'autre, pour n'être pressées que graduellement, afin d'absorber toute la chaleur décroissante du foyer et l'utiliser; et si toutes ces parties de chaudières sont placées ou élevées en sinus l'une au-dessus de l'autre pour former la cheminée, le courant aura lieu tout naturellement sans perte de chaleur; mais si ces parties sont placées horizontalement, le courant sera donné par un soufflet à piston qui fera bien brûler le combustible dans un

air comprimé, en lui fournissant plus d'oxigène ; en sorte qu'il y aura une fois plus de calorique de produit, et cinq ou six fois plus d'utilisé ; car dans les machines ordinaires pour une force de huit chevaux, on perd au moins du calorique pour la force de quinze, qui sert à dilater la haute colonne d'air de la cheminée pour faire brûler le combustible, tandis que ce courant ne nécessite pas la force d'un cheval ; prouvons-le par l'un de nos ennemis qui a dit dans l'un de ses cours, que le feu fait dans les hautes cheminées pour aérer les mines, coûtait cent fois plus de charbon que si on aspirait l'air par une machine à vapeur pour favoriser le courant ; pourquoi n'en serait-il pas de même à l'égard de tous les autres foyers? mais ce n'est pas aspirer qu'il convient de faire, mais bien de comprimer l'air au foyer.

Supposons qu'une chambre qui contient une machine à vapeur à condenseur, où l'air arrive par un tuyau, soit au milieu de six autres chambres qui ont des foyers, pour être maintenues à la même température que la première ; pour que toute la chaleur sorte par la cheminée, celle-ci n'en nécessitera pas moins de combustible, et alors les quatre-vingt-quatorze centièmes du calorique iront donc se perdre par la cheminée, et sans rendre le courant trop fort, car la vapeur produite n'utilise certainement pas les six centièmes du calorique que le combustible produit avec un bon courant d'air ; et la machine ne né-

cessitera pas sensiblement moins de combustible ; donc que malgré tous les calculs contraires, presque tout le calorique s'en va par la cheminée, et qu'il n'y en a toujours que très-peu d'utilisé, proportionnellement à la quantité dégagée du combustible et de l'air; et surtout de l'air très-comprimé, qui fait passer dans le foyer une quantité d'oxigène proportionnellement à sa densité; car nous ne connaissons point d'expériences qui le disent passer en excès au travers des charbons incandescens; aussi, avec l'air convenable, tous les combustibles brûlent-ils toujours bien; et si l'air et les gaz mal brûlés que le combustible dégage, ont perdu toute leur chaleur à chauffer des objets utiles avant d'entrer à la cheminée, leur dilatation après dans un cylindre à piston sera égale à la force qui a comprimé l'air d'alimentation; et si, au contraire, ils conservent encore 100° de température, ils donneront, après avoir rempli le but proposé, une force double de celle employée pour la compression. (*Voyez Physique de Brisson*, article *air comprimé.*)

FIGURE XLVII.

Autre Manière.

Cette machine est dans le même principe que la précédente, mais à simple effet. Il n'y a qu'un seul

cylindre à piston A qui est tout à-la-fois moteur et compresseur ; il est rempli d'huile C qui comprime le gaz D dans un cylindre ou dans des petits tuyaux placés dans un réservoir d'eau froide E, pour passer de là dans un petit serpentin F qui sert de réservoir aux charges de gaz comprimé qui arrivent alternativement dans un autre cylindre ou dans des petits tuyaux H, placés dans un réservoir d'eau chaude I, afin de faire mouvoir l'huile J, qui fait descendre le piston moteur A qui comprime le gaz D en même temps; il y a des robinets K, des soupapes, etc. L, comme à la figure première, mais il faut un volant pour remonter le piston A, et régulariser le mouvement; car il faut que ce piston, en remontant, refoule le gaz dilaté O dans le grand serpentin P qui le conduit dans les tuyaux Q à compression; mais, en ajoutant un deuxième équipage semblable, on pourra se passer de volant, surtout si les tiges R des pistons sont à châssis denté. Les tuyaux D H peuvent être burinés ou de fer fondu, pour n'avoir de tubulures qu'en bas M où l'huile se trouve toujours, et ces tuyaux pourraient être remplacés par des serpentins auxquels les deux autres qui servent de réservoir L F viendraient se joindre. Pour les tuyaux *a*, qui doivent renfermer des gaz ou autres fluides à une très-grande pression, leur jointure *b* doit se faire avec vis et écrous *c* et recouvrement *d*, les points de contact sont plus multipliés, ainsi que ceux de résistance; et

ils doivent être aussi les moins susceptibles de se détériorer par le feu.

FIGURE XLVIII.

Machine à air comprimé échauffé sans chaudière ni tuyaux proprement dits.

Cette machine est composée de trois longs cylindres à pistons, placés au bout l'un de l'autre ; le plus petit A reçoit l'air comprimé non échauffé, et les deux autres B C l'air qui se dilate ; et ils sont tous formés de deux cylindres emmanchés l'un dans l'autre, afin de laisser un espace pour le foyer D et le courant de chaleur ; trois autres cylindres à pistons E pour comprimer l'air au réservoir sont aussi emmanchés l'un dans l'autre pour être fixés dans un cuvier F plein d'eau comme à la figure 40 ; afin d'être de même placés à l'extrémité des châssis dentés G que font mouvoir les autres pistons A ; le combustible arrive par une trémie à tiroir et inclinée H, pour que l'air ne puisse pas passer au-dessus du foyer sans le traverser, et le courant de chaleur peut revenir au-dessous I les cylindres pour les chauffer avant d'arriver à la cheminée J ; en sorte que l'air comprimé qui entre dans le plus petit cylindre A s'y échauffe déjà un peu pour, de là, passer successivement dans les deux autres grands cylindres B C, afin de s'y échauffer davantage en s'y dilatant, de manière à ce qu'il entre très-chaud dans le foyer

pour servir encore à la combustion après sa dilatation; mais il est facile de voir qu'on pourrait aussi commencer par comprimer l'air dans le foyer D pour le faire passer ensuite dans les cylindres à pistons A où il se chaufferait encore pendant sa dilatation; l'air servirait mieux à faire brûler le combustible; et quoiqu'il n'y eût pas de cheminée, la fumée ne serait cependant pas à craindre, l'air brûlé étant refoulé par un tuyau au dehors; on voit encore que le foyer pourrait se trouver plus en avant dans une chaudière à vapeur K, pour que la chaleur décroissante du foyer chauffe la vapeur et l'air qui se dilatent dans les cylindres à pistons A; et le feu aurait d'autant plus d'action sur ces gaz ou vapeur, qu'il est plus facile de faire rougir le métal qui les contient, que s'il était rempli d'eau; la soupape de sûreté L de cette chaudière pourrait être formée d'un tuyau M qui s'élève au-dessus pour traverser une capacité N pleine d'eau ou autre liquide, de manière que la vapeur s'appuie sur un piston sans tige O qui glisse autour de ce tuyau D et d'un cylindre chargé d'un poids P à son extrémité supérieure; mais ce cylindre porte à son extrémité inférieure un autre piston Q qui glisse le long d'un autre grand cylindre N qui renferme le tout, de sorte que la vapeur, en s'appuyant sur le piston sans tige O qui repose sur l'eau, fasse remonter le cylindre à poids P qui est mobile, afin de limiter la pression de la vapeur de la chaudière R, en aug-

mentant ainsi, en quelque sorte, sa capacité pour diminuer d'autant la densité de la vapeur ; il en résulte encore que, si les résistances occasionnées par le travail à faire sont régulières, le mouvement le sera aussi, le poids P du cylindre fixant pour cet effet la tension de la vapeur ; on peut encore faire des soupapes de sûreté au moyen d'une longue tige S de métal ; laquelle fait mouvoir par sa dilatation un levier T qui porte à son extrémité des soupapes qui s'ouvrent extérieurement U ou intérieurement V ; ou bien encore c'est un arc de cercle denté X qui fait mouvoir un robinet ; enfin, on peut se servir de même du thermomètre aspiral métallique de Bregniet Y, qui, par sa dilatation, fait tourner un disque troué Z qui donne passage à la vapeur, etc.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

LA NOUVELLE

MÉCANIQUE

DU FEU.

FIGURES Ire et II.

Machine tuyaux à vapeur.

La chaudière A de cette machine peut être formée de plusieurs tuyaux B, placés l'un dessus l'autre, et ensuite l'un à côté de l'autre C, de manière à former dans leur longueur et en tout sens un carré long ou bien un cylindre très-alongé par rapport à son diamètre. Les tuyaux peuvent être divisés en différentes longueurs, pour que le fluide soit refoulé de l'un à l'autre par des pistons, en sorte qu'il n'y ait que la partie D qui reçoive le premier coup de feu, à une très-haute pression, et que, dans les autres tuyaux, l'épaisseur de leurs parrois soit progressivement plus petite, de manière que la partie près la cheminée E qui est la moins chauffée, et par conséquent la moins pressée par le fluide, puisse n'être que des tuyaux de fer-blanc ou de la tôle la plus mince; par ce moyen

la chaleur chauffe par gradation, afin qu'il n'y ait de perdu que le calorique nécessaire au courant d'air qui passe par la cheminée, si toutefois ce courant n'est pas occasioné par un soufflet qui donne l'air au foyer F. L'eau du condenseur déjà échauffée ne devra être refoulée que dans les parties de tuyaux où l'eau aura la même température, et les cylindres à piston moteur pourront être placés dans un réservoir G fixé à l'entrée de la cheminée, qui, à cet endroit, a des surfaces polies pour renvoyer toute la chaleur sur les cylindres. Il est inutile de dire qu'à l'exception du frottement occasioné par les pistons refoulants, il ne faut pas plus de force pour refouler l'eau alimentaire à différentes reprises des tuyaux les moins chauds dans les plus échauffés, que par la manière ordinaire où on refoule l'eau de suite au fond des chaudières.

Mais lorsque l'emplacement ne permettra pas d'avoir de longues chaudières, les tuyaux seront placés par étagères H, comme on le voit figure 2; en sorte que la chaleur les parcourt dans toute leur longueur; et si on voulait faire un machine à vapeur, de la force de plusieurs milliers de chevaux, avec des tuyaux pas plus gros qu'un canon de fusil, voici comme il faudrait s'y prendre. On formerait deux longs parallélogrammes de tuyaux, formant chacun un prisme quadrangulaire, couchés horizontalement de chaque côté de l'arbre moteur, ou parallèlement à un réservoir de vapeur placé au-dessous ou au-dessus de cet arbre, qui alors se trouve entre les deux chaudières-tuyaux. Plusieurs foyers I, placés haut et bas dans toute la longueur

des prismes, chauffent parfaitement tous les tuyaux qui conduisent la vapeur au réservoir, lequel contient tous les cylindres à pistons moteurs qui font mouvoir l'arbre horizontal soit avec des châssis dentés ou avec des bielles et manivelles ou etc; et dans le cas de bielles, tous les pistons, qui font à-la-fois mouvoir des manivelles placées dans un même plan, ont tous les robinets de leurs cylindres, mûs par une même tige et dans le même temps; en sorte qu'ils ne travaillent pas en sens inverse l'un de l'autre. La chaudière-tuyaux pourrait ne faire qu'un seul tout, ou bien former un carré ou un cercle au milieu duquel se trouveraient le réservoir de vapeur et un arbre vertical qui recevrait son mouvement d'un ou de plusieurs grands pistons horizontaux. L'eau des tuyaux J qui forment les côtés de la chaudière ou les étagères, est refoulée par des pistons, des tuyaux les moins échauffés dans les plus échauffés, afin qu'il n'en reste que le moins possible à une très-haute pression. Les grilles K des foyers pourraient aussi être formées de tuyaux fixés sur un levier à poids L, dont le point d'appui M serait formé par les extrémités des tuyaux qui serviraient comme d'essieu, et le poids ferait connaître lorsque le combustible serait mal placé, ou lorsqu'il y en aurait trop ou trop peu.

Quant aux tuyaux qui forment les étagères N, *fig.* 1ere, s'ils ne sont pas de fer battu et burinés deux à deux, ou de fer fondu, buriné ou non accolés deux à deux ou un plus grand nombre, pour n'être réunis l'un à l'autre que par le bout O hors le foyer *fig.* 3e; leurs

jointures, pour ne pas se détériorer, seront alors recouvertes par un massif de terre glaise, *fig.* 1ere, cuite comme la brique, mais dont la forme aura été prise sur les bouts des tuyaux P, avant que la terre glaise fût séchée, en sorte qu'ils lui servent comme de moule; et il en sera de même pour toutes les jointures Q, où le calorique agit fortement.

Si la chaudière forme un parallélogramme, les tuyaux D sont maintenus bien joints les uns auprès des autres, au moyen de cadres de fer placés en tout sens, ou bien avec des cercles, si la chaudière a la forme d'un cylindre; dans tous les cas, le tout est recouvert de terre glaise, et par-dessus une légère tôle pour plus concentrer le calorique.

Plusieurs tuyaux N peuvent être placés à une certaine distance l'un de l'autre au-dessus du foyer, afin que le calorique puisse circuler tout autour, et qu'ils en reçoivent le premier coup feu; ces tuyaux à courant d'eau très-chaude, ou de vapeur épaisse, vont ensuite aboutir au réservoir de vapeur, qui contient les cylindres moteurs R. Ce réservoir peut être entouré d'une capacité S, qui oblige le calorique à tourner tout autour, avant d'entrer dans la cheminée E; mais comme le réservoir n'est pas la principale pièce à chauffer, il en résulte que ses parois peuvent être assez fortes pour n'avoir pas besoin de soupape de sûreté; les pistons T, qui refoulent graduellement l'eau des tuyaux U la moins chaude dans ceux V où elle est plus échauffée, reçoivent leur mouvement avec balanciers, en sorte de ne pas agir en opposition, et ils ont moins de surface

que l'aire de tous les tuyaux à soupape X qui aboutissent haut et bas au cylindre, afin qu'il n'y ait point de force de perdue à produire une vitesse inutile à l'eau, ainsi que cela a lieu dans presque toutes les pompes, car les colonnes d'eau pressent en tout sens en raison de leur hauteur, et non de leur diamètre, en sorte qu'un piston exige dix fois plus de force, si la surface de la soupape est dix fois moindre et la vitesse assez grande.

Les tuyaux bouilleurs et sans courans, placés sous des grandes chaudières, sont très-défectueux, parce qu'elles exigent des parois très-épaisses, ou en raison de leur diamètre, en sorte qu'elles nécessitent aussi un feu énorme, pour être porté à une haute pression; d'ou il résulte que, si les tuyaux bouilleurs qui sont sans courant n'ont qu'une épaisseur proportionnée à leur diamètre, pour être aussi forts que la chaudière, et qu'étant placés au milieu d'un foyer aussi intense pour recevoir le premier coup de feu, la vapeur y reste continuellement formée presque sans mouvement, de manièré que ces tuyaux brûlent en peu de temps malgré leur peu d'épaisseur, ils se détérioreront encore bien plus, si on fait leur parois plus épaisses, ainsi que cela a lieu pour les chaudières très-épaisses qui contiennent cependant beaucoup d'eau. On voit donc que la qualité de nos tuyaux-chaudières à courant est de ne pas autant brûler, d'exiger moins d'épaisseur et moins de feu pour une très-grande force ou haute pression: conditions que les tuyaux bouilleurs ne peuvent remplir, parce que leurs parois trop épaisses brûlent plus facilement que les parois minces de nos tuyaux toujours contigus

à un courant d'eau et de vapeur qui emporte promptement le calorique à son passage, et cela, sans être exposé à un feu très-intense ; en sorte qu'il est facile de voir que les tuyaux ne sont pas mauvais, ainsi qu'on le dit, à cause de leur trop grande épaisseur, puisqu'au contraire, leur propriété est de pouvoir presque s'en passer, même pour une très-haute pression.

Sans tuyaux à courants, ou dans les appareils actuellement en usage, on ne peut pas encore utiliser six pour cent du calorique, qui se trouve dans le combustible employé, quoiqu'il pût être doublé par la décomposition de l'eau et de l'air comprimé, et employé ainsi presque sans perte : et comment pourrait-il en être autrement. On ne chauffe qu'une petite partie de chaudières énormément grandes, en sorte que l'émission n'est presque pas plus grande que le rayonnement ; on chauffe aussi vingt fois plus de surfaces étrangères sur des solides bien plus condenseurs que la surface utile, recouverte du liquide qu'on veut chauffer, tandis qu'avec les tuyaux à courants, on peut couvrir toutes les surfaces du foyer, quelque soit sa forme, en sorte de ne chauffer aucune surface étrangère ou inutile ; et comme le fluide que ces tuyaux contiennent est moins condenseur que les solides, il en résulte encore qu'ils ont la propriété de concentrer la chaleur ; enfin de la vapeur produite par les six centimes de calorique qu'on est parvenu à utiliser, il y en a encore les deux tiers de perdus ou qui restent sans effet utile, autant les appareils qui la reçoivent sont mauvais. En effet, il y a un grand avantage à chauffer de la vapeur très-

dense; mais comment la produire et la chauffer sans perte et sans danger avec des grandes chaudières, si ce n'est avec des tuyaux à courants.

Car, malgré tout ce qu'on pourra dire, nous soutiendrons qu'il est plus avantageux de chauffer de la vapeur très-dense, que de l'eau, soit que cette vapeur se dilate ou non, tant que cette vapeur conserve une densité beaucoup plus grande que celle de l'air atmosphérique ; et nous ne croyons pas devoir ajouter beaucoup de confiance dans les expériences qui, dit-on, prouvent le contraire; car la vapeur très-dense contient si peu de calorique, que si on la laisse sortir de la chaudière à l'air libre, le peu de dilatation qu'elle éprouve, en sortant, la rend presque froide : et c'est aussi par cette raison que, plus la vapeur est dense, et mieux elle se condense au condenseur.

Mais il ne peut pas en être de même de la vapeur à une force atmosphérique, qui s'est dilatée dans la chaudière sans effet utile, pour y prendre ou absorber une grande chaleur spécifique. Qu'on juge alors de la force énorme que prendrait et rendrait cette vapeur épaisse, si, dans un cylindre à piston, elle travaillait lentement par sa dilatation, pour être bien chauffée et maintenue à la même température jusqu'à une force atmosphérique; parce que, plus la vapeur est dense ou comprimée, et moins elle a de capacité pour la chaleur latente, et le calorique alors est mieux employé. Elle est comme les fluides comprimés qui l'ont abandonnée par l'effet de la compression; et toute la chaleur qu'ils prennent, et qui leur donne en cet état

une si grande force, est libre ou dilatente. Mais comme dans une très-haute pression, la vapeur dense ne possède pas plus de calorique que la vapeur à 0° de température, et qu'elle en peut prendre facilement une grande quantité sans avoir un feu très-intense, il s'ensuit donc qu'une très-haute pression n'est très-bonne que lorsqu'on fait travailler la dilatation de cette forte vapeur épaisse avec plusieurs grands cylindres, et dans lesquels elle est maintenue à la même température pendant sa dilatation; car, autrement, le peu de calorique libre que cette vapeur épaisse possède passerait aussitôt à l'état latent, pour être sans capacité; et la vabeur produirait peu d'effet, puisqu'elle possède moins de chaleur latente que la vapeur chauffée et dilatée qui en absorbe beaucoup par la grande chaleur spécifique qu'elle acquiert pendant sa dilatation.

On voit donc que, dans ce cas, le calorique est plus avantageusement employé qu'à chauffer de l'eau qui est plus difficile à chauffer, puisque le calorique ne peut rayonner dans l'eau comme dans la vapeur, et encore parce que cette eau rend latente beaucoup de chaleur pour la formation de la vapeur, considération qui doit, lorsqu'une fois elle est formée, engager à en tirer la plus grande force dont elle est susceptible, ou enfin à l'utiliser le mieux possible. Mais cela ne peut avoir lieu comme il faut qu'avec nos tuyaux à courant qui se prêtent à toutes formes, et qui permettent de mettre les cylindres à piston moteur en partie dans le foyer, sans chauffer de surfaces étran-

gères, afin que la vapeur soit fortement chauffée pendant sa dilatation; et on ne doit pas faire beaucoup attention à la grande quantité de calorique que la vapeur dilatée absorbera, parce que, comme on n'utilise pas encore plus de la quinzième partie du calorique que donne le combustible, il en résulte que le feu ne sera pas affaibli sensiblement par cette opération.

Quand on chauffe sans eau de la vapeur qui a été formée à 100° de température, c'est-à-dire qui a la densité convenable à cette température, et qu'on la chauffe, disons-nous, jusqu'à 122°, on double sa tension, car, c'est 22° de calorique libre ou dilatent qu'on y ajoute; et quand on élève à la température de 122° cette vapeur, en chauffant l'eau, ce n'est plus 22° de calorique libre qu'on a ajoutés à la vapeur, c'est une nouvelle quantité de vapeur, égale à la première qui s'est formée, et qui a aussi dépensé, pour sa formation, une quantité égale de calorique rendu latent; et la vapeur qui a reçu une augmentation de 22° de chaleur, sans eau, contient proportionnellement plus de calorique que l'autre qui a reçu la même température, étant sur l'eau. On voit que cela ne prouve pas qu'il y ait plus d'avantage à chauffer de l'eau que de la vapeur dense: car, si cette vapeur dense, qui a coûté tant de calorique pour sa formation, n'était pas chauffée pendant sa dilatation, pour être maintenue à la même température, elle n'aurait pas un plus grand résultat que de la vapeur dense, chauffée ou élevée à une très-haute température sans eau, avec le calorique employé ou dépensé à former la den-

sité de l'autre vapeur; parce qu'il faut peu de calorique pour élever la vapeur, sans eau, à une très-haute température, et qu'il en faut une immense quantité pour donner à la vapeur de la dilatation, en augmentant sa densité ou, ce qui est la même chose, sa quantité: car on sait qu'il est plus facile de chauffer la vapeur que l'eau; aussi voit-on que de la vapeur prise à 0° de température, pour être élevée à 100°, sa force de dilatation à cette température est de 0,03; et ensuite élevée jusqu'à 122°, elle de 0,08, ou le double de la force expansive qu'elle avait à 100°. Donc la vapeur ne change point de propriété, soit qu'elle prenne sa température dans l'eau ou sans eau; seulement elle a plus de force lorsqu'elle est plus dense, ou que le même volume contient le plus de vapeur; mais aussi elle a coûté plus de calorique pour sa formation.

Deux objets constituent la force de dilatation des fluides ou gaz: la compression ou densité, et la quantité de calorique libre qu'ils contiennent; mais, à la même température, le fluide dilaté et échauffé contient plus de calorique que celui qui est comprimé ou plus dense; car si on laissait dilater sans eau ce dernier jusqu'à la densité de l'autre, il absorberait ou il rendrait, par sa chaleur spécifique, une grande quantité de calorique latent; et ce fluide, dans ce cas, ne pourrait être à la même température que l'autre. Mais, s'il est maintenu à la même température pendant sa dilatation, il donnera en bénéfice deux ou trois fois la force de dilatation primitive, qu'il aura dépensée en calorique pour venir se mettre à la température et

densité de l'autre fluide échauffé sans eau, et cela selon que la température sera pour deux ou trois atmosphères de plus : ce qui prouve que, dans une haute pression, il faut chauffer dans la dilatation, et encore pour faire servir ou rendre utile plus de chaleur d'un même foyer.

Nous avons dit que la vapeur formée à la température de 100°, et ensuite échauffée sans eau à 122°, aura une fois plus de tension, et elle contiendra plus de calorique que la même quantité de vapeur dont la formation ou la température aura été faite dans l'eau à 122°; car, si on laissait dilater cette dernière jusqu'à la densité de la première, elle n'aurait plus que 100° de température; elle serait encore aussi forte que de la vapeur à basse pression, et capable du même effet et cela après avoir produit un premier résultat dans sa dilatation de 122° à 100°, ce qui prouve encore en faveur des hautes pressions : mais toutes les deux, à la même température de 122°, doivent être égales en force, et produire le même résultat. Ainsi, on voit donc, d'après cela, que l'avantage des hautes pressions est d'exiger moins de combustible pour un même effet; et si, dans la dilatation, on tient la vapeur toujours à la même température, il n'y aura pas plus de dépense de calorique dans les hautes pressions que dans les basses; mais l'effet sera beaucoup plus considérable; comme dans le gaz l'effet sera double, triple, quadruple, ou autant de fois que la température marquera plus de force atmosphérique, ou autant de fois plus considérable que la force qu'on aura dû employer

par la compression, pour avoir une densité égale en force à celle primitive de la vapeur, voy. *Physique de Brisson*, art. *Air comprimé*.

Quoi qu'on en puisse dire, il ne peut y avoir de grands chaumages dans les machines à vapeur dont les parties sont un peu plus compliquées, et par conséquent plus petites, pour donner le plus parfait résultat : car on connaît à l'avance les pièces qui sont les plus susceptibles de s'user, et il faut seulement en avoir de rechange, et d'ailleurs il est plus facile de les séparer ; au lieu qu'il n'en est pas de même d'une machine dont toutes les parties sont grandes. En outre, on doit espérer qu'avant peu les travaux des machines ne coûteront pas plus que ceux de l'agriculture, n'étant pas plus difficiles.

Nous ne cesserons de travailler pour participer à un résultat aussi avantageux ; mais parce que nos inventions froissent les intérêts de deux partis puissants en France, ceux qui veulent exploiter les abus, et les autres le monopole de l'industrie, aucune société savante, aucun auteur, aucun professeur, aucun journal littéraire ou scientifique n'ose parler, ni en bien ni en mal, de plus de six cents de nos inventions que nous venons de publier, si ce n'est pour donner l'invention de quelques-unes aux étrangers ; mais, qu'ils sachent qu'on ne peut prendre les inventions d'un homme qui en sait faire plusieurs milliers et les publier, et qu'il n'y a aucune coterie capable de le faire échouer.

Il est vrai cependant qu'il y a près d'un an que nous

n'avons rien fait, faute d'avoir pu trouver, à tel prix que ce fût, un libraire qui osât se rendre éditeur de quelques-uns de nos ouvrages; quoique ceux précédemment publiés se vendissent bien; mais ces obstacles ne peuvent être que passagers, et nous osons espérer que, dans peu d'années, nous serons parvenus, malgré les circonstances, à publier plus de six mille de nos inventions, quoi qu'on puisse faire, parce que le plus difficile était de pouvoir lever tous les obstacles qu'on nous a opposés pendant cinq ans, pour empêcher que le public pût prendre aucune connaissance de nos travaux; mais nous avons été assez heureux pour pouvoir soumettre, ces deux dernières années, au jugement du public, plus de six cents de nos inventions: ainsi, les combinaisons de nos ennemis se réduisent donc seulement à nous avoir empêchés de publier plus de six mille inventions, au lieu de six cents, en faisant en sorte que, pendant cinq ans, nous ne puissions nous faire aider par personne, pour une valeur seulement de cent francs; de manière que la vente forcée de tous nos travaux aux libraires ne nous a pas rapporté plus de trois cents francs; bien que trois ouvrages fussent tirés à dix mille exemplaires chacun. Les sociétés savantes ont refusé de rendre des rapports, dans la crainte sans doute que nous puissions vendre nos travaux plus avantageusement aux libraires, et les journaux en refusèrent également les annonces pour le même motif; mais si on fait attention combien un libraire doit être sous la dépendance de tels pouvoirs, on sentira qu'il y en avait peu qui pussent publier

sans crainte pour nous, si non ceux qui n'avaient presque rien à perdre, ou qui ne faisaient que commencer leur état.

Ils attribuent effrontément l'invention de nos tuyaux à courant à M. Perkins de Londres, comme si la *Mécanique des Gens du monde* n'était pas là depuis 1824 pour les démentir. M. Perkins, en se servant de nos tuyaux à courant, est parvenu à porter sans danger la vapeur à une force de 50 atmosphères; mais d'autres personnes prétendent que les tuyaux ne peuvent durer très-long-temps avec un foyer aussi intense ou aussi violent. Mais qu'est-ce qui empèche M. Perkins de ne donner à la vapeur qu'une force de 20 atmosphères, et même seulement de 10, au lieu de chauffer ces tuyaux isolément, ou de chauffer vingt fois plus de surfaces étrangères qu'utiles, comme il le faisait déjà à l'égard de son petit cylindre-chaudière qu'il a abandonné? Qu'il se serve de la construction de nos tuyaux propres à couvrir toutes sortes de surfaces pour plus concentrer la chaleur, et pour ne point chauffer de surfaces étrangères, plus conductrices que l'eau de ces tuyaux, et qu'il fasse encore chauffer ces tuyaux par gradation, en faisant refouler l'eau des moins échauffés et à parois minces dans ceux qui le sont davantage et à parois plus épaisses, afin de n'avoir qu'une très-petite partie de tuyaux à haute pression pour ne pouvoir presque rien détériorer; car il ne faut pas plus de force pour refouler l'eau dans plusieurs tuyaux par gradation, que dans un seul, et ensuite cela fait travailler ou utiliser la chaleur décroissante du foyer, afin de
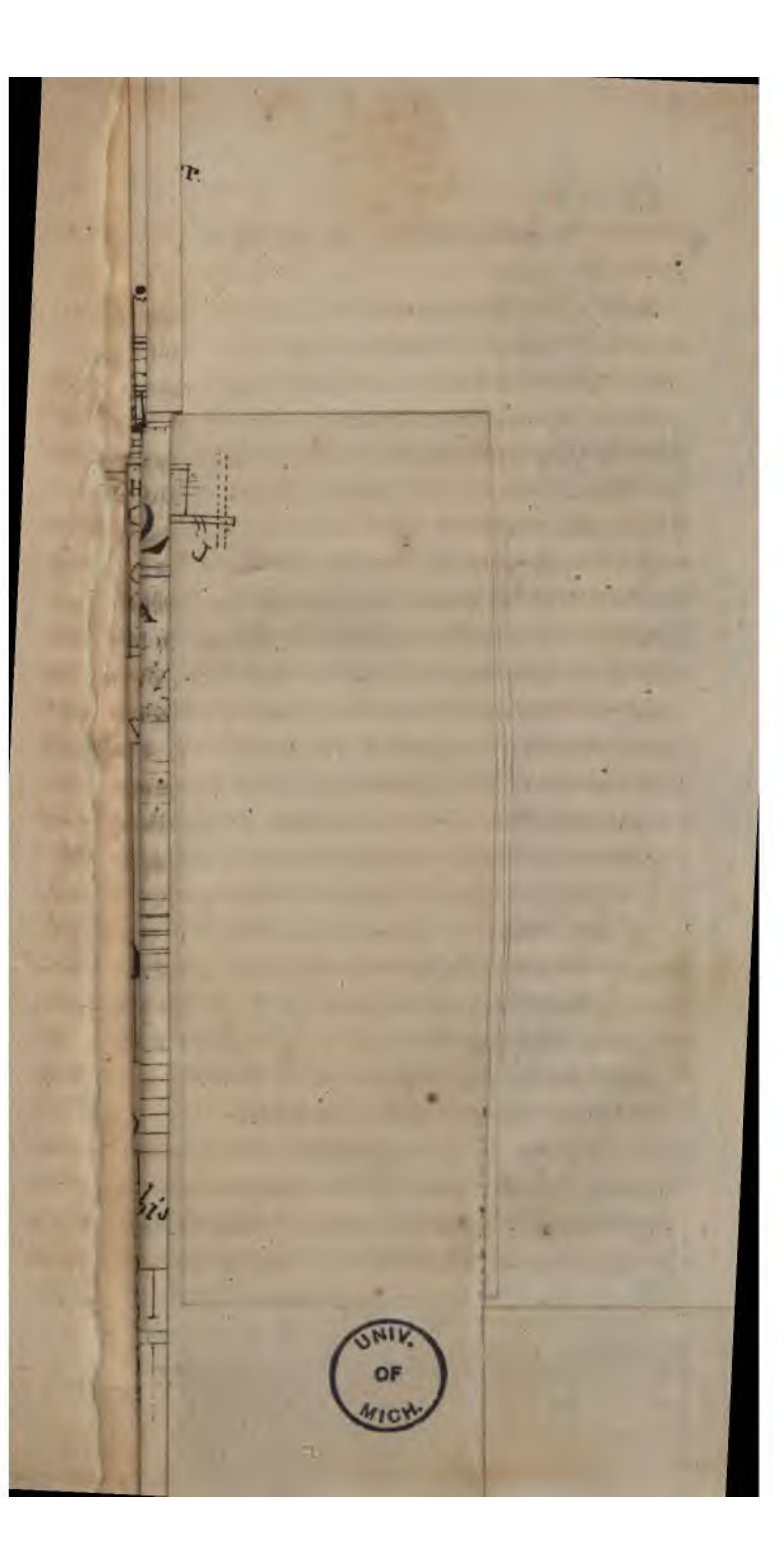
ne consommer que la plus petite quantité possible de combustible ; que les tuyaux par où sort la vapeur pour aller se dilater dans le deuxième cylindre soient grands et un peu inclinés de l'un à l'autre, au lieu d'être horizontaux, si toutefois les cylindres sont verticaux, afin de donner un écoulement facile à l'eau qui pourrait entrer dans le premier cylindre sans se réduire en vapeur; que ces cylindres soient longs et de grand diamètre, pour ne donner que peu de vitesse aux pistons dont les tiges sont à châssis dentés, et pour en donner davantage à l'arbre, en sorte que l'eau ait le temps de sortir, et la vapeur qui se dilate de s'échauffer: alors la machine donnera le plus grand résultat sans une très-haute pression, et elle sera sans danger ; et, si l'on applique le même principe à une machine à basse pression, elle ne nécessitera pas la moitié du combustible des machines à basse pression ordinaire; seulement l'eau sera refoulée dans un réservoir, pour qu'une partie s'y réduise en vapeur, et que l'eau soit refoulée dans les tuyaux les plus échauffés. Mais revenons à notre première machine.

En ayant soin de remplir premièrement d'air comprimé le réservoir G, qui contient la vapeur et ensuite de vapeur, il pourra être refoulé de l'air comprimé avec l'eau dans les tuyaux D à courant d'eau et de vapeur très-épaisse, pour y faciliter la formation de la vapeur, et l'air comprimé et la vapeur iront alors agir ensemble sur le piston moteur R, chacun avec leur propre force et avec un très-grand avantage; c'est-à-dire sans nécessiter un cylindre plus grand.

FIGURES III et IV.

Les *fig.* 3 et 4 font connaître la manière de joindre ensemble les tuyaux ; et dans la *fig.* 3 ils sont coulés tous ensemble, fixés à côté l'un de l'autre, pour se communiquer par les deux bouts au moyen de trous A faits de côté, en sorte que tous les tuyaux ou demi-tuyaux B, qui forment une planche, ou un coffre ou enfin un cylindre, sont sensés ne faire qu'un seul tuyau, afin de faciliter le courant du liquide, pour que la vapeur se forme plus facilement, et que dans une très-haute pression, les tuyaux ne puissent brûler : il en résulte encore que ces tuyaux à demi-diamètre B, dans un sens, ont beaucoup de surface chauffante intérieurement, et peu rayonnante C pour perdre la chaleur extérieurement. Il y aurait encore plus d'avantage si, au lieu de les faire à demi-circulaires, on les allongeait en pointe, ou encore tronqués. (Voy. la *Mécanique Militaire*.) Les ouvertures D qui se trouvent par un bout, et qui ont servi à retirer les moules des tuyaux, sont fermées par des rondelles fixées à une même traverse E maintenue par des boulons, et par des tringles qui vont joindre l'autre extrémité des tuyaux. Il est aussi facile de voir que ces tuyaux auraient pu être forés dans la position qu'ils tiennent.

Dans la *Fig.* 4, les tuyaux sont coulés isolément, et réunis placés à côté l'un de l'autre au moyen de petits tuyaux F, qui s'emmanchent dans les bouts de de deux tuyaux adjacents ; ou bien les tuyaux sont


UNIV. OF MICH.

courbes G à leurs extrémités dans des sens inverses, afin qu'ils puissent s'emmancher l'un dans l'autre sans une addition de petits tuyaux; et, dans tous les cas, ils sont censés ne faire qu'un seul et même tuyau. Ils peuvent aussi être maintenus comme devant, au moyen de traverses H et de tringles de fer, surtout si la traverse est un tuyau qui porte plusieurs tubulures, pour être fixées au bout des autres tuyaux. Ensuite on peut se servir de tous les autres moyens connus pour cet effet. D'après ce qui précède il est facile de voir qu'on peut former des chaudières composées de deux tuyaux I en zig-zag, pour faire former la vapeur par de l'eau introduite par intervalle dans l'extrémité supérieure J des tuyaux, pour qu'elle les parcoure ainsi dans quelques secondes, jusqu'à leur extrémité inférieure K, endroit où la vapeur doit sortir avec la quantité d'eau qui, dans la traversée, n'aurait pu se réduire en vapeur. La forme de la chaudière peut être cylindrique L, ou carrée M; mais, dans ce dernier cas, elle doit être placée sur l'angle, ainsi qu'on le voit *fig.* 3. Dans cette position, le courant d'air ne peut passer sur les côtés du foyer N sans traverser le combustible, la vapeur qui en provient pourra échauffer les tuyaux O, remplis seulement de vapeur, avec un petit filet d'eau qui y circule; en sorte que le calorique sera presqu'aussitôt employé à agir comme force motrice qu'il sera produit: ce qui pourra présenter une grande économie dans la dépense du combustible. Il y a aussi des tuyaux bouilleurs P qui reçoivent le premier coup de feu, et leurs jointures sont hors le foyer.

FIGURE V.

La *Fig.* 5 est une chaudière P qui peut être formée de trois parties réunies à angle droit ou en carré, en sorte qu'il n'y ait que deux espèces différentes de planches de tuyaux, dont la plus petite Q se trouve placée au milieu sur un des côtés; et le réservoir R de vapeur dans lequel sont placés les cylindres à piston moteur est fixé entre les deux ailes de la chaudière, afin d'être plus concentré dans la chaleur, et que celle-ci, en sortant du foyer T de la chaudière, tourne tout autour du réservoir avant d'entrer dans la cheminée R. Cette chaudière, au lieu d'être horizontale, pourrait être placée dans le sens vertical, selon le terrain ou la place disponible; et la grille du foyer U pourrait être formée de tubes garnis de petits trous pour porter facilement l'air dans toute la longueur du foyer. On dégorge cette chaudière lorsqu'elle est remplie de cendres, au moyen d'une rachette V fixée au bout d'un fil-de-fer X, dirigé par un long levier conducteur Y. Le reste est comme il a été expliqué.

FIGURE VI.

La *Fig.* 6 est comme la précédente pour la forme, mais les différens tuyaux sont formés de trois branches à angle droit, avec une ouverture A aux extrémités de chaque branche, soit pour en retirer les moules, ou pour passer le burin, s'ils sont burinés au

lieu d'être fondus; en sorte qu'il n'y a que les plus petits tuyaux B qui ont une jointure C dans le courant de chaleur, mais trop éloignés du foyer D pour pouvoir brûler. Au reste ils peuvent être, comme devant, mastiqués de terre glaise, ou de mastic qui va au feu. Toute la chaudière doit être recouverte de terre glaise, et d'une légère tôle par-dessus, si la machine est portative. Le reste comme devant.

FIGURE VII.

La chaudière, *Fig.* 7, est encore de la même forme que les précédentes, mais les tuyaux sont formés de deux parties A et B; leur réunion ne se fait pas en face l'un de l'autre, afin de ne pas obstruer le courant de chaleur qui va à la cheminée C. Ces tuyaux peuvent être, comme devant, fondus ou burinés. Le reste est comme il a été expliqué.

Les chaudières où le foyer est intérieurement, doivent être plus longues que les autres, pour que la chaleur n'aille pas se perdre dans la cheminée aussitôt que produite: car, sans cela, il serait possible qu'elles donnassent moins de surfaces utiles à chauffer, quoiqu'elles ne chauffent pas de surfaces étrangères, puisque la surface intérieure est moins grande que celle extérieure: et alors, comme l'effet est en raison des surfaces utiles chauffées, elles dépenseraient donc plus de combustible que les autres, tandis qu'elles n'en doivent presque pas dépenser; alors, il faut donc de toute nécessité faire ces chaudières plus longues, et, autant

que possible, les diviser en différentes parties, pour les chauffer par gradation, comme il a déjà été indiqué, afin d'y faire servir la chaleur décroissante du foyer. Enfin, pour règle générale, dans toutes les chaudières, telles qu'elles puissent être, le courant de chaleur doit toujours être très-long; car il faut que le calorique ait le temps d'agir après être produit; et ce n'est qu'avec un long courant horizontal, droit ou recourbé, qu'on peut le forcer à rester quelque temps dans la chaudière, et la chaudière ne peut jamais être trop longue, si elle est divisée en différentes longueurs, ou le fluide est refoulé de l'un à l'autre, pour chauffer par gradation, et pour faire servir la chaleur décroissante du foyer.

FIGURE VIII.

La *Fig.* 8 est aussi une chaudière qui peut être horizontale ou verticale, de la forme des précédentes, ou bien circulaire ou sinueuse; pour cet effet, les tuyaux sont d'une seule pièce de fer battu ou laminé, et on a eu soin de les tourner, en sorte que la soudure ou brasure ne soit point tournée du côté du courant de chaleur A. Le réservoir B de vapeur, et les cylindres C sont aussi placés au milieu avant la cheminée D, et le fluide est également refoulé par des cylindres à piston compresseur des tuyaux où l'eau est la moins chaude dans celle où elle est moins échauffée; les tuyaux pourraient être formés, dans leur longueur, de plusieurs parties, pour que l'eau y soit refoulée de l'une à l'autre, en sorte qu'il ne reste qu'une très-pe-

tite partie E à haute pression. Le surplus est comme il a été expliqué. Mais si la machine n'est pas portative, la chaudière pourrait se trouver entourée dans une autre chaudière remplie d'air comprimé qui pourrait travailler avec avantage à 50 ou 60°; et alors on aurait deux machines au lieu d'une, sans un plus grand foyer, sur-tout si on le prolongeait verticalement jusque dans la cheminée. Cette opération aurait encore pour résultat de concentrer la chaleur dans le foyer.

FIGURE IX.

La *Fig.* 9 représente une chaudière formée de différentes parties horizontales A, et verticales B, avec des coupes à 45° C qui facilitent leur réunion. Par cette chaudière, la cheminée D se trouve naturellement formée, et le fluide est, comme devant, refoulé de la partie la moins chaude à la plus chaude. Chaque partie E est formée de tuyaux comme il a été expliqué, soit qu'elle représente un cylindre, un prisme quadrangulaire ou triangulaire; mais les tuyaux pourraient aussi être faits d'une seule pièce comme ci-devant, et présentant des sinuosités F qui serpentent dans un même plan, afin que la cheminée G puisse être dégorgée par une raclette au bout d'un fil-de-fer.

FIGURE X.

La *Fig.* 10 représente deux ou trois cylindres A dans un réservoir B de vapeur; ces cylindres n'admettent qu'un certaine quantité de vapeur, pour lais-

ser ensuite travailler sa force expansive. A la tige C des pistons est fixée une traverse D dans laquelle est une rainure E, ou la manivelle F glisse avec un anneau pour moins de frottement; aux extrémités de cette traverse sont deux roulettes G qui glissent dans un châssis vertical, ou bien la tige du piston se prolonge pour glisser ou être maintenue dans une traverse horizontale H, fixée au-dessus. Par ce moyen, les tiges des pistons peuvent faire tourner un arbre I, sans bielles, dans un petit espace peu élevé ou abaissé si les cylindres sont le haut en bas, et même sans balancier ni volant, si les deux ou trois tiges des pistons sont fixées à des manivelles qui font entr'elles des angles de 90° pour deux, ou de 60° seulement s'il y a trois pistons moteurs. Par cette manière, on peut avoir de très-longs cylindres pour donner de grandes châsses, et d'un grand diamètre pour avoir la moindre vitesse et le plus grand résultat possible, en donnant le temps à la vapeur qui se dilate de se maintenir à la même température.

Mais, si on avait besoin, pour le travail à faire, que des mouvemens rectilignes de va et vient soient verticaux ou horizontaux, c'est-à-dire, si on voulait faire scier la pierre, la polir, la pulvériser, etc., ou bien scier le bois, le blanchir, l'embouveter, etc.; les machines nécessaires pour ces travaux pourraient être fixées aux tiges des pistons qui feraient mouvoir un balancier dont le centre de rotation serait entre les deux cylindres à piston : un de ces deux pistons agirait par la pression de la vapeur qui sort de la

chaudière, et l'autre par sa dilatation; et, au moyen d'un balancier coudé, un des cylindres pourrait être horizontal et l'autre vertical, selon que les travaux à faire pourraient le requérir.

FIGURE XI.

Deux cylindres à piston, dont un petit A et un grand B, sont renfermés dans un réservoir de vapeur; les tiges C des pistons sont fixées à des manivelles D à 90° comme devant, en sorte que c'est la dilatation de la vapeur dans le grand cylindre *b* qui régularise le mouvement. Pour cela, supposons que la vapeur soit arrivée sous le petit piston *a*, jusqu'à ce que le grand piston *b* soit prêt à remonter, les deux pistons continueront à monter par la seule dilatation de la vapeur qui entre par un robinet E sous le grand piston. Le petit piston étant arrivé au point F le plus élevé, un robinet G s'ouvre pour le passage de la vapeur au-dessus; et la vapeur dilatée est refoulée sous le grand piston *b*, jusqu'à ce qu'il soit arrivé à l'endroit le plus élevé. Le robinet *g* du petit piston se ferme, celui H du grand s'ouvre, ainsi que le robinet I d'en bas, pour la sortie de la vapeur des deux cylindres; ensuite deux robinets K et L se ferment après qu'un autre M s'est ouvert, et ainsi de suite : car la position des deux pistons est que, pendant un temps, ils montent tous les deux; ensuite l'un descend, pendant que l'autre monte encore; après, ils descendent tous les deux, et puis l'un descend et l'autre monte, ou bien l'autre

monte pendant que l'autre descend encore : et c'est ainsi qu'ils se suivent dans leur course, en prenant, l'un par rapport à l'autre, quatre positions différentes.

Lorsqu'on fait ainsi agir la dilatation de la vapeur dans un deuxième cylindre, le mouvement est plus régulier, et le résultat est aussi plus grand. En effet, si la force de la vapeur doit être réduite au huitième par la dilatation, dans un même cylindre, la vapeur, en commençant, tente à donner une vitesse au piston huit fois plus grande qu'en finissant sa course; et si toute cette vitesse n'a pas lieu, c'est la force d'inertie du mouvement ralenti qu'on veut augmenter tout-à-coup qui cause cette perte; et si elle avait lieu à cause d'une faible résistance, il en résulterait encore que, si la résistance du piston n'est pas proportionnelle à la force de la vapeur qui sort de la chaudière, que le piston prend une vitesse telle que la vapeur se dilate, pour ainsi dire, en courant après, pour agir seulement par sa dilatation, parce que la grandeur de son passage devient trop petite par rapport à la vitesse du piston et de son diamètre, tandis qu'une moindre vitesse donne le temps à la vapeur de prendre une température égale à celle de la chaudière, et de sortir plus dense ou plus forte, sans affaiblir pour un temps celle qui reste dans un très-petit réservoir; car le mouvement étant plus continu, la vapeur sort aussi le plus régulièrement de la chaudière, c'est-à-dire comme elle se forme, en sorte que le réservoir peut être très-petit; et, lorsqu'il n'y a qu'un seul grand cylindre, il y a à la vérité moins de frottement, mais pas moins de refroidissement, car

la vapeur qui s'y dilate refroidit le cylindre par la chaleur spécifique qu'elle absorbe ou qu'elle rend latente.

FIGURE XII.

La *Fig.* 12 est la même que la précédente, avec cette différence que le cylindre A de dilatation est proportionnellement plus grand, et que les robinets B et C du petit piston ne se ferment qu'après avoir laissé entrer alternativement une certaine quantité de vapeur dessus et dessous le grand piston, c'est-à-dire, après qu'il s'est un peu élevé ou abaissé, selon qu'il monte ou descend.

FIGURE XIII.

La *Fig.* 13 est encore dans les mêmes principes que les précédentes, mais à laquelle nous avons ajouté un deuxième cylindre E de dilatation; deux A et B seulement sont à angle droit, et, si on voulait les mettre tous les trois à 60°, pour plus de régularité dans le mouvement, il faudrait que des tuyaux croisés C ramenassent de la vapeur dilatée du deuxième cyiindre de dessus en dessous du grand cylindre ou piston D; et alors la marche des trois pistons serait ainsi: deux montent, un descend, ensuite deux descendent et un monte, et ainsi de suite.

FIGURE XIV.

La *fig.* 14 est un autre moyen de faire travailler la

force expansive à régulariser le mouvement ; pour cela, le petit piston A reçoit la vapeur pendant toute sa course, et il la refoule dans un assez grand réservoir B, qui rend le grand piston C indépendant du mouvement du petit. En multipliant ce procédé, et en tenant les réservoirs plus ou moins grands, on régularisera le mouvement à volonté. Ces pistons, au lieu de faire mouvoir des manivelles à angles droits E, pourraient porter des châssis dentés qui donnent des mouvemens plus ou moins grands à chaque coup de piston, et avec plus ou moins de vitesse l'un que l'autre. En proportionnant les roues, les cylindres et les réservoirs pour cet effet, les cylindres à dilatation pourraient ne recevoir de la vapeur déjà dilatée qu'en commençant ou par intervalle, afin de prendre une plus grande dilatation.

FIGURE XV.

La *fig.* 15 est encore un nouveau moyen de régulariser le mouvement avec la force expansive ; il y a trois pistons à 60°, dont un très-grand A, pour servir à la dilatation ; la vapeur arrivant par un robinet B, sous l'un des petits pistons C, il refoule la vapeur dilatée qui est en dessus dans le grand cylindre D, pour qu'elle presse le piston, et ensuite pour qu'elle sorte par le robinet B ; et aussitôt que le grand piston A a été prêt à remonter, il a reçu la vapeur dilatée du petit cylindre F. Pendant ce temps, l'autre petit piston G reçoit la vapeur en dessus, et refoule la vapeur di-

latée qui était restée en dessous et qui entre dans le grand cylindre A, pour y presser et sortir par le robinet d'en bas H, et ainsi de suite.

Dans les machines à vapeur à détente dans un seul cylindre, le mouvement est très-irrégulier, car la vapeur agit sous le piston avec toute sa force en commençant, et en finissant elle en a très-peu ; et si la machine n'est pas rotative avec volant pour avoir un magasin de force, la vapeur sort encore pour se perdre dans l'atmosphère avec un effort égal à celui de la machine dans le moment de moindre vitesse ; et, dans les machines à détente ordinaires à plusieurs cylindres, il y a un moment où, lorsque le petit piston commence à monter, il est forcé de lever aussi les deux ou trois pistons des autres cylindres : ce qui n'a pas lieu quand on fait agir la dilatation de la vapeur à faciliter les points critiques des manivelles. Tous ces mouvemens aux robinets ou tiroirs se donnent par tous les moyens connus et pour les temps voulus, ou bien avec des petites roues dentées par partie ou à frossemens doux et à cliquets sur différentes épaisseurs, pour être mues par des bielles également dentées, mais avec des dents à talon et à charnière et à poids, pour s'ouvrir et se fermer dans des sens opposés ; tous ces cylindres sont placés dans une chemise ou réservoir de vapeur, pour maintenir la température de la vapeur pendant sa dilatation ; mais la vapeur de ce réservoir communique seulement avec la chaudière, pour y recevoir la chaleur emportée par les cylindres de dilatation, et non avec le premier cylindre ; parce

que la vapeur de ce réservoir doit toujours être naturellement à une température plus basse que celle de la chaudière, puisque les petits cylindres de dilatation, très-pressés par la vapeur, peuvent avoir des parois très-minces et donner passage à une grande quantité de calorique.

FIGURE XVI.

Pour les petites machines à vapeur, on peut encore régulariser le mouvement de la manivelle A qui circule dans la traverse à rainure B, quoiqu'avec un seul grand piston, qui a une grande châsse et peu de vitesse, au moyen des poids qui viennent agir aux deux points critiques D, C de la manivelle, et qui se trouvent aux endroits les plus élevés et les plus abaissés; pour cela, il y a deux cames E à l'arbre de la manivelle, pour élever un levier à poids F, qui vient se reposer sur une dent à talon et charnière G, qui est fixée à une roue placée à l'extrémité d'un des tourillons de l'arbre H. Les cames F pourraient être changées par des arcs dentés, et ces arcs pourraient aussi élever un mouton qui vient s'emmancher dans une cheville coudée, fixée à la roue; des cylindres à pistons, pour comprimer l'air, pourraient aussi remplir le même but, ou bien des arcs de cercle fixes I, redresser des leviers à poids J, ou enfin des leviers armés de deux poids à leurs extremités, glissant dans le milieu de l'arbre H, soit au moyen d'engrenages, ou avec des courbes excentriques, sur lesquelles circulent des roulettes; ou bien encore un fort ressort à roulette pourrait agir

sur la roue, ou sur une courbe s'il est fixe à la roue pour les machines portatives. Par tous ces moyens, on peut aussi charger la vitesse en force dans un temps voulu, et réciproquement, pour avoir des mouvemens irréguliers que peuvent requérir plusieurs arts et métiers.

La tige du piston peut être trouée dans sa longueur, pour qu'un très-petit piston à poids ou à levier à poids K, refoule de l'huile ou du mercure dans un canal ou tuyau de cuir L, fixé au milieu du grand piston, afin d'y presser le chanvre sur les bords avec une force voulue, sans trop de frottement.

FIGURE XVII.

Sont deux cylindres à pistons, dont l'un A est horizontal et l'autre vertical B, pour faire mouvoir la même manivelle C au moyen de traverses à rainures, déjà expliquées D, en sorte qu'ils régularisent la force ou le mouvement comme s'ils étaient fixés à deux manivelles à 90°. Par cette disposition, un des pistons E, qui est horizontal, peut scier la pierre, si on lui adapte un châssis et une scie; et l'autre, qui est vertical, peut scier le bois, ou bien tous les deux peuvent polir le marbre, blanchir le bois, y faire les languettes et rainures, travailler comme bocard, au moyen de cames à talons et charnières F fixées à la tige du piston A, ou bien au bocard G, et enfin quantité d'autres travaux; et si les deux cylindres étaient dans une position inclinée à 45° à l'horizon, cette disposition se-

rait très-bonne pour faire mouvoir les voitures à vapeur.

FIGURE XVIII.

Machine rotative où la vapeur travaille par sa pression et sa dilatation.

Cette machine est composée d'un long cylindre A, qui reçoit la vapeur de la chaudière B; ce cylindre est divisé en plusieurs parties C, D, E, qui ont des capacités différentes pour faciliter la dilatation de la vapeur, et toutes ces capacités sont traversées par un arbre en fer F, auquel sont fixées plusieurs roues ou tuyaux à réaction ou à pression G. Voici comment la vapeur agit: étant arrivée dans la première capacité C, qui est la plus petite, elle doit être considérée comme un ressort qui se détend pour entrer dans un tuyau horizontal H, troué de côté, afin de présenter d'autant moins de résistance d'un côté qu'elle entrera dans le tuyau avec plus de vitesse, c'est à dire, qu'elle pourra s'y dilater ou être condensée à sa sortie I. Elle fait ainsi tourner l'arbre F, en entrant dans deux tuyaux H diamétralement opposés, et qui sont troués de côté perpendiculairement au rayon, comme dans les roues à réaction, mais pour agir en sens inverse : ces deux tuyaux se réunissent autour de l'arbre pour conduire la vapeur dans une capacité plus grande D, en sorte que la vapeur ne trouvant plus que peu de résistance des côtés où les tuyaux sont troués, et ne cessant pas de les presser sur l'autre sens, elle détermine ainsi leur

mouvement de rotation au fur et à mesure qu'elle entre dans une capacité plus grande pour s'y dilater et travailler dans de plus grands tuyaux à pression J, et ainsi de suite; mais il pourrait être préférable qu'elle travaillât dans la deuxième capacité qui est plus grande D, en sortant par une roue à réaction contigüe à la roue à pression; et, dans cette capacité, on pourrait établir une condensation avec de l'eau, si toutefois on le jugeait convenable.

Il y a au bas de chaque capacité un tuyau K, qui a deux robinets placés à une certaine distance l'une de l'autre, afin de contenir l'eau de condensation, laquelle sort par sa pesanteur en fermant un robinet et ouvrant l'autre, et ainsi de suite.

On conçoit que, dans une très-haute pression, on pourrait multiplier ainsi à l'arbre autant de roues à pression et autres à réaction, qu'on le jugerait convenable, en sorte de ne rien perdre sur la force expansive de la vapeur, et cela sans condensation. On pourrait même établir des roues horizontales à expression et à réaction L tout autour du cylindre, dans d'autres capacités, soit pour avoir plusieurs roues qui aient des forces et des vitesses différentes et dans des plans différens; car pour avoir moins de force dans une roue, on peut en établir deux sur les côtés d'une capacité qui n'en devrait posséder qu'une; et pour avoir moins de vitesse, il faut seulement donner plus de diamètre aux tuyaux H et aux capacités qui les contiennent; mais il faut aussi que le diamètre de ces tuyaux et l'entrée et la sortie de la vapeur soient proportionnel-

lement plus grands dans la deuxième capacité que dans la première, pour ne pas diminuer la dépense de la vapeur dilatée. Par cette manière, on peut diviser et faire travailler la force expansive de tous côtés et à quelques distances, au moyen de tuyaux qui la conduisent dans de nouvelles capacités qui renferment des tuyaux à pression ; mais le tout serait mieux placé au milieu de la cheminée, pour que la chaleur circule tout autour. L'eau des capacités, occasionée par la condensation, sera retirée par des tuyaux avec les moyens ordinaires ; et si, dans une machine à haute pression et à piston M, on avait besoin d'un mouvement circulaire, la vapeur, en sortant du cylindre à piston moteur, pourrait agir dans une roue à réaction N, dont l'extrémité O des tuyaux agit dans un canal P rempli d'un liquide quelconque, ou enfin d'eau qui donne un point d'appui à la vapeur plus résistant que l'atmosphère, afin que la roue agisse en même temps par pression et par réaction ; tout en donnant de l'eau chaude qu'on peut utiliser à différens usages, le fluide, prenant le même mouvement que les tuyaux à réaction, leur offre peu de résistance, et augmente celle pour la vapeur ; mais si on avait besoin d'une grande quantité d'eau à une basse température, on rafraîchirait l'eau du canal pour faciliter la condensation de la vapeur en sortant des tuyaux. Dans ces machines, il n'y a d'autres frottemens que ceux occasionés par les tubulures Q, à l'endroit où la vapeur passe d'une capacité à l'autre ; mais, pour le plus grand effet, dans la pression et la réaction des tuyaux, il faudrait faire

des expériences, comme celles qu'on a faites, pour trouver les meilleurs ajustages aux jets d'eau; cette roue pourrait aussi être disposée en sorte qu'elle serve comme volant au piston du cylindre. D'après tout ce qui précède, il est facile de voir que la roue à pression sera aussi une très-bonne machine hydraulique; si on la fait agir dans l'eau, au-dessous des basses eaux ou du bief inférieur, afin qu'elle ne donne aucune perte pour la chute, elle peut être placée dans son coffre horizontalement, ou verticalement, ou enfin inclinée; mais immergée dans ces deux dernières positions, elle n'aurait presque pas de frottement, surtout si les tuyaux à pression formaient une roue d'égale épaisseur, en sorte qu'elle pourrait durer très-long-temps sans réparations; renfermée ainsi dans un coffre fixe, pour faire travailler les grandes chutes d'eau des ruisseaux, elle n'aurait rien à craindre ni de la gelée, ni des inondations.

FIGURE XIX.

Est une chaudière circulaire concave en dessous A, pour donner beaucoup de surface chauffée, et pour ne laisser à l'extrémité supérieure qu'un petit réservoir de vapeur, qui contient une roue horizontale à pression B, moteur de machines; il y a deux tiges C aux extrémités des tuyaux à réaction pour remuer l'eau et faciliter la formation de la vapeur. Cette chaudière est entourée d'une autre chaudière D, pour qu'il n'y ait point de surfaces étrangères de chauffées; cette der-

nière chaudière, qui pourrait être formée de plusieurs tuyaux F, laisse un passage et une place G pour le combustible, et une autre H pour la cheminée: ces deux chaudières communiquent de l'une à l'autre par des tuyaux I.

FIGURE XX.

La chaudière est une roue verticale A ou un long cylindre horizontal à moitié pleine d'eau, et un arbre B à tige tourne au milieu pour faciliter la formation de la vapeur, en remuant l'eau pour la faire monter sur la surface rouge ou la plus échauffée du cylindre; ou bien il n'y a pas d'arbre B, mais le cylindre A tourne sur ses tourillons formés de deux tubulures C, dont l'un sert à l'entrée de l'eau, et l'autre à la sortie de la vapeur. Par ce moyen, l'eau parcourt toute la surface du cylindre, qui ne contient que de l'eau en bas D et de la vapeur en haut et sur les côtés, en sorte que le passage du calorique dans le cylindre se fait facilement et sans qu'il soit susceptible de le brûler; mais en ne maintenant que très-peu d'eau dans le cylindre, il pourrait être divisé en plusieurs parties, pour y recevoir un système de roues verticales A à pression, comme il a déjà été expliqué, *fig.* 18.

Le cylindre, dans ce cas, peut aussi recevoir un petit mouvement de rotation, mais dans le sens de celui des roues à pression qu'il contient; l'eau chaude refroidissant les parois rouges du cylindre, il doit absorber plus de calorique; et comme en tournant, l'eau

arrive peu à peu sur les parois les plus échauffées du cylindre, la vapeur est aussi plus tôt formée, le peu d'eau qui se trouve dans le cylindre fait que la vapeur reçoit encore plus de calorique libre ou dilatant, et cela même dans les roues éloignées où la dilatation de la vapeur en a déjà absorbé beaucoup pour sa chaleur spécifique : ce qui double la plus grande force possible de dilatation. Ce moyen de chauffer la vapeur avec un grand feu, sans rien brûler, est sans doute plus avantageux que celui de ne chauffer que de l'eau pour former seulement plus de vapeur, puisque, pour sa formation en grande quantité, elle exige beaucoup de temps, un grand foyer, et par conséquent beaucoup de calorique. Remarquons, en passant, qu'on pourrait chauffer, mais en travers, une immense quantité de petits tuyaux horizontaux, placés à côté l'un de l'autre au moyen de manivelles qui leur donneraient un mouvement circulaire continu ou alternatif; ces tuyaux, pour une force de plusieurs milliers de chevaux, seraient chauffés par étagères, comme à la *fig.* 2; et, pour qu'il n'y ait point de surfaces étrangères de chauffées, toute la machine est entourée d'un cylindre formé de tuyaux E, qui laissent un espace assez grand pour le foyer G et le passage du calorique jusqu'à la cheminée H; si le foyer brûle dans l'air comprimé, le cylindre à roues A pourra être très-mince, sans danger d'éclater.

FIGURE XXI.

Cette chaudière est formée de deux cylindres hori-

zontaux A, qui s'emmanchent l'un dans l'autre, et qui communiquent à deux autres cylindres B, placés au-dessus des premiers et emmânchés de la même manière. Des tuyaux bouilleurs C sans fin se joignent à un cylindre à piston D refouleur; ils sont ainsi emmanchés dans le cylindre A le plus abaissé, en sorte que la partie E des tuyaux, la plus basse et qui est pleine d'eau, serve de grille au foyer F, et l'autre C au dessus de bouilleurs, en ce que le piston D refouleur y donne alternativement un courant pour donner au calorique le temps d'entrer dans ces tuyaux, et à la vapeur celui de se former; laquelle aussitôt entre par un tuyau G dans le cylindre qui sert comme de réservoir à vapeur H, n'étant rempli d'eau que jusqu'à son diamètre; mais l'eau pourrait aussi y être refoulée dans un tuyau horizontal I, garni de petits trous en dessous, pour être placé à l'endroit le plus élevé du cylindre intérieur, afin que cette eau aille se réduire en vapeur de chaque coté sur ce cylindre. Mais, dans ce dernier cas, il n'y aurait pas égalité de pression sur les deux surfaces du piston compresseur D, et alors, pour qu'il n'y eût pas de force de perdue, le piston n'aurait pas plus de surface que l'air des tuyaux, afin qu'il n'y ait pas une grande vitesse inutile donnée à l'eau. Le cylindre supérieur B, qui reçoit un courant de chaleur et qui la conduit au réservoir à cylindre à piston moteur I, n'a de l'eau qu'à une température inférieure, qui est refoulée dans les tuyaux bouilleurs C par le piston compresseur D, ainsi qu'une partie L de l'eau du cylindre inférieur; afin que ce soit toujours de l'eau chaude qui passe dans

les tuyaux bouilleurs C. La vapeur de ce dernier cylindre A est conduite au réservoir à cylindre à piston moteur J, qui se trouve à l'entrée de la cheminée K pour y être chauffé. Le foyer pourrait brûler dans l'air comprimé, et, avant d'entrer dans la cheminée, traverserait un très-petit volume d'eau pour l'échauffer. On pourrait aussi refouler de l'air comprimé dans le cylindre inférieur, à l'endroit le plus bas L, afin de faciliter la formation de la vapeur, et le tout irait travailler ensemble aux pistons moteurs J.

FIGURE XXII.

Cette chaudière est formée de deux cônes tronqués verticaux A, emmanchés l'un dans l'autre, et de deux cylindres B, placés horizontalement au-dessus, pour former deux parties, dont une C est le réservoir de vapeur, et l'autre contient l'eau D la moins échauffée; ces cylindres n'étant traversés que par le courant de chaleur qui communique à la cheminée E, la partie C des cylindres, qui sert de réservoir à vapeur, communique avec les cônes A par un tuyau F qui les réunit; et le combustible est introduit par le haut dans le foyer, au milieu des cônes, au moyen d'une trémie à deux tiroirs. Pour cela, on ferme le deuxième tiroir G, on ouvre un robinet H pour que la chaleur comprise entre les deux tiroirs aille traverser les cylindres B; après quoi on ouvre le premier tiroir I pour introduire le combustible sur le second G: on ferme ensuite le premier, et on ouvre le second pour que le

combustible tombe sur la grille J. Cette grille est formée d'un tuyau en spirale, dont les extrémités servent d'essieu K; et un levier à poids L supporte la grille au moyen d'une tige M, fixée à la grille, et mobile sur l'extrémité N du levier, dont le centre de rotation O est plus éloigné que celui de la grille ou des tuyaux K. Ce levier fait mouvoir un ressort à sonnette qui indique quand il y a trop de combustible, comme quand il n'y en a pas assez.

On pourrait encore faire en sorte que le foyer baisse, lorsque le régulateur à pendule prend trop de vitesse en agissant sur le levier à poids L; et si le combustible était porté sur un chariot qui serve de grille, il pourrait être avancé ou reculé par le même moyen. Un piston à poids servant de soupape de sûreté, pourrait remplacer le pendule.

Il y a autour du foyer des tuyaux à courant P, qui arrivent d'un cylindre à piston compresseur Q, pour monter jusqu'au haut du cône, où ils ont leur entrée dans un tuyau circulaire horizontal R, troué de petits trous pour le passage de l'eau ou de la vapeur entre les deux cônes; d'autres tuyaux S, fixés entre les deux cônes, et qui joignent le piston compresseur Q, vont aussi rejoindre le tuyau circulaire R au haut des cônes pour reprendre l'eau sur tout le pourtour du cône intérieur, afin qu'elle se réduise en vapeur plus facilement que lorsque l'eau est continuellement sur les parois des tuyaux pour les empêcher de rougir ou de prendre un degré de chaleur assez grand pour réduire à l'instant une petite quantité d'eau en vapeur,

le calorique ne pouvant pénétrer aussi bien; tandis que, par ce moyen, la vapeur se forme en grande quantité à chaque fois que l'eau monte dans les tuyaux desséchés, et même quand elle descend; et comme la quantité d'eau qui se trouve dans les tuyaux S, entre les cônes, est aussi élevée que celle des tuyaux autour du foyer P, il en résulte qu'il faut peu de force pour la mouvoir ou pour lui faire perdre l'équilibre et lui donner le mouvement alternatif, ascendant et descendant, qui lui est nécessaire; car le cylindre à piston Q étant à double effet, la pression est égale en dessus comme en dessous.

L'eau qui est ainsi refoulée arrive de la grille-tuyau, du bas des cônes et de la partie du cylindre près la cheminée. Au haut de cette cheminée est un tuyau qui a son extrémité en forme d'arrosoir pour laisser tomber de l'eau qui s'empare de la chaleur, pour être après recueillie au bas de la cheminée, afin d'être refoulée ensuite dans le cylindre avec un certain degré de chaleur.

FIGURE XXIII.

Cette chaudière A est formée de deux capacités, représentant deux creusets emmanchés l'un dans l'autre, renversés ainsi verticalement. Ces sortes de creusets ont des ouvertures qui s'emmanchent l'une dans l'autre: l'une, à l'extrémité, est horizontale C, pour se joindre aux cylindres horizontaux D, qui servent de réservoir à vapeur et pour conduire le calorique ou la fumée à la cheminée F; l'autre ouverture G est au

fond perpendiculaire ou inclinée sur le côté, pour le passage du combustible, lequel se fait avec tiroir, comme il a été expliqué, si toutefois le feu brûle dans l'air comprimé; autrement le combustible arrive mécaniquement d'une trémie H très-élevée, et une soupape qui ne se ferme que par son poids, est placée dans le conduit, pour qu'il n'y entre pas une trop grande quantité d'air au-dessus du foyer, et qui emporterait beaucoup de chaleur, au lieu de ne servir qu'à faire brûler la fumée ou le goudron, les gaz, etc., tout en diminuant la quantité d'air qui doit entrer par la fournaise et traverser le foyer. Mais si c'est l'air comprimé qui active le foyer, la grille est aussi formée d'un tuyau qui sert comme de levier à poids J, en glissant à frottement doux dans un colet K, pour ne pas donner passage à l'air comprimé du foyer, qui arrive en dessous par un tuyau L. L'air comprimé et la fumée avant d'entrer dans la cheminée, sont forcés de refouler deux ou trois pouces d'épaisseur d'eau M, qui se trouve en descendant dans une capacité large et peu profonde, pour remonter ensuite dans la cheminée F; mais à la sortie de l'air, au travers de l'eau, se trouve un jet d'eau froide N pour rafraîchir et entretenir cette eau ainsi échauffée, qui est ensuite refoulée par un cylindre à piston compresseur dans les tuyaux à courant O, qui font tout le tour du creuset intérieur soit dans le sens vertical P, soit horizontal Q, et cela avant d'entrer entre les deux creusets, pour aller joindre un tuyau circulaire R, troué de petits trous; il est placé ainsi à l'extrémité supérieure des

creusets, afin que la vapeur se forme ou s'échauffe plus facilement ; et, pour cet effet, l'eau est refoulée alternativement, par un piston à double effet, dans les tuyaux extérieurs et intérieurs, pour donner plus de facilité ou de temps au calorique à les traverser, afin de réduire subitement l'eau en vapeur.

Cette manière de faire brûler un foyer dans l'air comprimé doit être très-avantageuse ; car c'est l'air qui apporte l'oxigène ou le feu, et, par conséquent, plus il y aura d'air et plus il y aura de feu ; car, sans air assez abondant, il n'y a ni flamme, ni feu, mais seulement de la fumée pour l'éteindre ; et cette fumée noire ou blanche, composée de substances volatiles, et qui sont perdues dans les foyers ordinaires, seront capables de former le feu le plus violent en brûlant dans l'air comprimé : il en résultera encore une économie dans le combustible, en ce que, brûlant dans le feu le plus intense, il sera consommé en un rien de temps, et, par conséquent, après avoir produit le plus grand effet possible. Quant à la dépense de la force employée par le piston qui comprime l'air, elle sera récupérée au double par la dilatation de l'air, si on la fait travailler comme la vapeur ; ou bien avec l'eau échauffée par l'air qui la traverse en sortant du foyer, ou encore par cet air chaud ou rouge qu'on refoulera par un piston, dans l'eau, au fond d'une chaudière, pour qu'il en forme de la vapeur, afin d'aller travailler avec elle sous un piston moteur de machines ; mais toutes ces chaudières, soit en fonte, soit en cuivre ou en fer battu, doivent être cylindriques ou coniques,

et cerclées de distance en distance, afin d'être très-fortes sans avoir leurs parois très-épaisses, pour ne pas exiger un grand feu, susceptible de les brûler et de les faire éclater.

FIGURE XXIV.

La *fig.* 24 est une chaudière de la forme d'un long tuyau horizontal A, ou cylindre formé de tuyaux en spirale; il pourrait avoir la forme d'un quarré long, et la cheminée B pourrait aussi être formée d'un tuyau spiral jusqu'à une certaine hauteur. La grille C du foyer est aussi formée d'un seul tuyau dont les extrémités servent d'essieu D au levier à poids O qui la supporte; le fluide de tous ces tuyaux est refoulé de l'un à l'autre par des pistons compresseurs, jusqu'à ce qu'il soit arrivé en vapeur au réservoir qui contient les cylindres à piston moteur. Il y a aussi des bouilleurs P.

FIGURE XXV.

La *fig.* 25 est une autre chaudière en tuyaux spirals, mais faite en forme de poire A; elle reçoit le combustible à la partie supérieure B, au moyen de deux tiroirs C, comme il a déjà été expliqué; la cheminée D est droite, ou formée d'un tuyau spiral E, moitié vertical et moitié horizontal; il n'y a pas de grille, mais les spirales F du fond, et de l'intérieur I sont assez écartées l'une de l'autre pour en servir. Il y a aussi en-dessous au milieu G une ouverture pour passer l'air et la ratis-

soire; ces tuyaux A ainsi en spirale présentent beaucoup de surface pour chauffer le fluide en ascendant. Il est inutile de dire que, dans toutes ces chaudières-tuyaux, le fluide y est refoulé de l'un à l'autre par des pistons compresseurs, afin de donner un courant pour faciliter la formation de la vapeur, et pour qu'ils ne brûlent pas; et l'eau qui arrive ainsi dans le réservoir à vapeur, sans se réduire en vapeur pour aller agir dans les cylindres à piston moteur, tombe dans des tuyaux à cylindre à piston refoulant pour être refoulée dans les tuyaux bouillans I, ou qui se rendent directement au réservoir; ces pistons compresseurs étant à double effet, il ne faut que très-peu de force pour les mouvoir.

FIGURE XXVI.

Cette chaudière A est en forme de côue tronqué, et formée de tuyaux en spirale, ainsi que la cheminée B qui s'élève en serpentant dans un même plan vertical. La grille C est aussi formée d'un tuyau en spirale dont les deux extrémités D servent d'essieu, et un levier à poids E lui fait équilibre au moyen d'une tige F fixée à la grille et mobile à l'extrémité du levier. Le combustible se met sur la grille, après l'avoir abaissé au-dessous de la chaudière, ou bien par deux tiroirs au sommet, comme il a déjà été dit : à cette chaudière, comme à celle *fig.* 25 si elles étaient composées d'un seul tuyau spiral A, on pourrait faire produire la vapeur d'une autre manière, c'est-à-dire, que l'eau serait refoulée par intervalle par l'extrémité

supérieure des tuyaux G, pour descendre ainsi tout le long des tuyaux spirals, et s'y réduire en grande partie en vapeur, avant d'être arrivée à l'extrémité inférieure des tuyaux H; et l'eau non réduite serait refoulée de nouveau par un piston à l'extrémité supérieure des tuyaux G : à cette extrémité il n'y aurait d'issue que pour faire entrer l'eau, afin que la vapeur soit forcée de sortir par le bas H, I, qui est aussi l'endroit le plus échauffé. D'après ce qui précède, il est facile de voir qu'au moyen de quatre tuyaux en zigzag formant les quatre côtés d'un prisme quadrangulaire horizontal, les tuyaux un peu inclinés de côté pour faciliter l'écoulement de l'eau, qu'on formera en ce genre des chaudières pour de très-fortes machines; le côté placé en dessous pourra servir de grille au foyer, et sera aussi un peu incliné de côté pour faciliter l'écoulement de l'eau. Ces chaudières, qui font chauffer la vapeur épaisse pour lui donner une grande quantité de calorique dilatant, donneront le plus grand résultat possible. Le reste est comme devant.

FIGURE XXVII.

Machine à rotation immédiate pour de petites forces.

Cette machine est composée de deux cylindres à pistons moteurs à double effet A et B, fixes en croix à l'extrémité d'un arbre horizontal C qui les supporte; aux tiges D des pistons sont fixés de forts poids E, et d'autres tiges F qui vont se réunir à d'autres poids G

diamétralement opposés, pour que les pistons éloignent et rapprochent alternativement les deux poids du centre de rotation H, afin de déterminer le mouvement; pour cela, chaque poids qui arrive à l'endroit le plus abaissé I, est aussi le plus éloigné du centre de rotation : alors, à cet endroit, les robinets des cylindres rencontrent un arrêt qui les couvre et les ferme ensuite pour que la vapeur, par sa pression, élève le piston et les deux poids jusqu'à ce qu'ils soient à égale distance du centre de rotation J; alors l'entrée de la vapeur cesse, et sa force expansive éloigne le poids supérieur E du centre, et rapproche l'autre G au fur et à mesure que la roue tourne, ou que les poids offrent moins de résistance par l'inclinaison qu'ils prennent, quand cette sorte de roue tourne.

FIGURE XXVIII.

Autre Machine à rotation immédiate.

Cette machine est composée de deux canaux circulaires A et B, ou d'un plus grand nombre, selon la force voulue, et dans lesquels la vapeur tente à remonter des pistons C, dont les tiges D sont de très-forts poids; ces canaux forment une espèce de roue verticale, qui a pour rayons des tuyaux E, conduits de vapeur; auprès de chaque tuyau se trouve un tiroir F qui ferme le canal, et sert de point d'appui à la vapeur qui élève le piston à poids C. Chaque tiroir F s'ouvre et se ferme par sa propre pesanteur dans les

positions qu'il prend G, H ; et, par ce mouvement, ou lorsqu'il se ferme, il ouvre le robinet I du tuyau qui le touche, et ferme celui du tuyau qui précède. Par ce moyen, la vapeur élève aussitôt le piston C qui retenait le tiroir F appuyé sur sa tige D, et sans qu'il y ait aucune force de perdue ; c'est-à-dire que, si au lieu de tiroir, on s'était servi d'une porte, la vapeur, au lieu de pousser aussitôt le piston, aurait été forcée de remplir un espace vide de la longueur de la porte, qui n'aurait pu agir que par sa dilatation : c'est aussi pour cet effet qu'il convient que le robinet I du tuyau soit le plus près possible du canal et du tiroir. Les tiges des pistons qui forment les poids sont supportées sur roulettes aux extrémités K, en sorte qu'il n'y ait, pour ainsi dire, d'autres frottemens que celui des pistons. Il est facile de voir qu'au moyen de petits poids qui se manœuvrent par l'effet de leur centre de gravité, ou bien au moyen d'arrêts, qu'on pourrait faire travailler, dans le même canal, la force expansive de la vapeur, en limitant ainsi la grandeur de chaque charge de vapeur ; mais pour avoir un mouvement plus régulier, il sera préférable que la vapeur, après avoir travaillé dans un canal par sa pression, aille ensuite agir par sa dilatation dans un autre canal L, beaucoup plus grand, placé à côté l'un de l'autre ; et la vapeur entrerait dans ce dernier canal aussitôt que le petit piston C aurait dépassé une ouverture M et le tiroir à côté pour recevoir une nouvelle vapeur : cette vapeur, ainsi dilatée dans le grand canal, en sortirait lorsque son tiroir serait assez élevé pour pouvoir s'ou-

vrir par sa propre pesanteur. Il est facile de remarquer que les pistons étant poussés à droite par la vapeur, que la roue doit tourner à gauche par le centre de gravité des pistons à poids.

FIGURE XXIX.

La *fig.* 29 est encore un mouvement à rotation immédiate, qui peut être très-utile dans les voitures à vapeur. Il est composé d'un tuyau circulaire A, représentant les 5/6es d'un anneau, et dans lequel circule un cercle entier B, troué tout autour d'un côté, pour être engrené par une roue dentée; à ce cercle sont fixés deux pistons D diamétralement opposés : il y a aussi trois tiroirs E au canal, pour faire point d'appui à la vapeur qui arrive par des tuyaux à robinets F, qui sont le plus près possible des tiroirs, et ces tiroirs E, d'une largeur de plus de deux dents, s'appuient parfaitement sur le cercle un peu arrondi d'un côté B, pour ne point laisser échapper de vapeur; il n'y a que les pistons qui portent sur le canal, et le cercle en reste à la distance de quelques lignes seulement; mais les tiroirs s'emmanchent dans un réacteur à ressort G, qui forme un plan incliné, pour que le piston le fasse baisser, afin de passer dessus. Ce réacteur ne s'élève que de quelques lignes, pour presser sur le cercle et empêcher la vapeur de sortir. On conçoit que la roue et le canal peuvent être également placés dans tous les plans, soit que le cercle soit troué de côté, ou en dessous, ou enfin en dessus; on fait agir la force ex-

pansive de la vapeur, en ne faisant entrer que la quantité de vapeur voulue, pour, ensuite, la laisser se dilater au fur et à mesure que le piston avance. C'est aussi de ce principe que dépend le plus ou moins de régularité dans le mouvement; c'est-à-dire, qu'au besoin, on peut le rendre irrégulier d'après une loi donnée. Il pourrait y avoir aussi un grand canal H, placé à côté du premier, pour faire travailler la force expansive; mais les deux cercles n'auraient que chacun un piston, et le plus petit canal deux tiroirs aux extrémités I, et seulement un au plus grand canal, à l'endroit J où la vapeur du petit canal passerait dans le plus grand.

FIGURE XXX.

La *fig.* 30 est une machine à grands mouvemens circulaires alternatifs, pour pouvoir tirer de la vapeur sa plus grande puissance possible; pour cela un cercle A, soutenu par un fort rayon B, fixé à un arbre C vertical ou horizontal, est muni d'un piston D dans son milieu pour parcourir un canal circulaire formant une demi-circonférence E, et la vapeur agit des deux côtés du piston au moyen de deux tuyaux à robinets fixés aux extrémités du canal ou cylindre circulaire dans sa longueur; le cercle à piston pourrait n'avoir que la grandeur du canal, et par conséquent qu'une entrée et sortie G, et la force élastique de la vapeur travaille en n'en laissant entrer qu'une certaine quantité pour qu'elle agisse après par sa dilatation. Il pourrait aussi y avoir au-dessus ou a côté un autre grand

canal H, dans lequel agirait la force expansive de la vapeur, l'arbre C transmet son mouvant soit par un châssis circulaire, soit par une bielle ou tous autres moyens connus, pour former tous les autres mouvemens désirés; mais si on voulait faire travailler cette machine à élever des eaux ou à transmettre des mouvemens éloignés, cette machine hydraulique alors n'aurait point de piston D; un cercle réacteur, fixé à l'extrémité E du canal ou tuyau, le remplacerait en s'appuyant alors sur une pièce de bois courbe I, qui remplirait sans frottement presque toute la capacité du canal E, en sorte que, par son volume, elle fasse sortir par les soupapes J un volume d'eau semblable. Mais si on voulait que la machine hydraulique fût à double effet, le cercle réacteur serait fixé au milieu du canal K, qui dans ce cas serait formé de deux parties, et la pièce de bois courbe I, glisserait d'un bout à l'autre sur ce cercle réacteur, maintenue aux deux extrémités par des tiges courbes L comme aux pistons mais il faut, comme pour les pompes ordinaires, que les soupapes J soient égales aux diamètres de la pièce de bois courbe I, pour qu'il n'y ait pas de force de perdue à donner une vîtesse inutile à l'eau.

FIGURE XXXI.

La *fig.* 31 est une machine pour dispenser de volant et de balancier dans les machines où la vapeur travaille dans des cylindres à pistons A; pour cela un châssis B denté est fixé à la tige du piston pour en-

grener un rouet C à demi-denté, et qui porte une longue dent D sur le côté, qui est poussée par deux dents E fixées sur les côtés aux extrémités du châssis; mais ces trois dents pourraient être remplacés par deux dents à talon et à charnière, à poids ou à ressorts, fixées de chaque côté aux extrémités du châssis, et dans le même plan que les dents fixes, ou bien même à la roue de l'arbre F. Enfin, toutes les dents pourraient être à talon ou à charnière, soit au châssis ou à la roue qui, dans ce cas, serait garnie de dents tout autour, et le châssis pourrait être assez long pour donner plusieurs tours à la roue, soit qu'il monte ou qu'il descende; ou bien être très-court par rapport au diamètre de la roue, en sorte qu'il faille plusieurs chasses pour lui faire faire un tour selon qu'on désire de la force ou de la vitesse.

FIGURE XXXII.

La *fig.* 32 est un châssis A et une bielle fixée à la tige C du piston; une roue fixée à l'arbre porte un petit cercle denté D, qui engraine plusieurs dents E adaptées aux extrémités du châssis; la poignée E de la manivelle est fixée à la bielle B, et cette poignée glisse dans une rainure G pratiquée à la manivelle H, en sorte qu'il n'y a que les dents de la roue I et du châssis E, qui travaillent aux points critiques de la manivelle, qui se trouvent aux deux extrémités du diamètre J K vertical de la roue; et la bielle B agit seu-

lement lorsque la manivelle est dans une position I horizontale.

FIGURE XXXIII.

Châssis A fixé à la tige d'un piston.

Les crémaillères B glissent un peu dans le châssis, pour faciliter l'engrenage d'une roue à demi-dentée C, en sorte que les dents de cette roue très-larges, peu épaisses et peu profondes, puissent, avant d'agir, engrener plusieurs dents des crémaillères; une de ces crémaillères C a son point d'appui sur la traverse D la plus abaissée du châssis, et l'autre a la traverse E la plus élevée, et sur laquelle elle est ramenée par une corde à poids et à poulie de retour F; des roulettes G en haut et en bas du châssis fixent la course du piston sans grand frottement.

FIGURE XXXIV.

Autre Châssis fixé à la tige d'un piston.

Les crémaillères A glissent verticalement B et horizontalement C, dans les traverses horizontales du châssis, au moyen de tirans obliques D, qui les éloignent et les rapprochent alternativement des dents de la roue F fixée à l'arbre; une crémaillère G a son point d'appui sur la traverse H la plus abaissée, au moyen d'une cheville I, et il en est de même pour l'autre crémaillère à la traverse supérieure J, et sur laquelle

elle est ramenée par une corde à poids K et à poulie de retour. Par cette manière, les chasses du piston peuvent être très grandes, et même irrégulières, sans cesser de faire tourner la roue F dans le même sens, laquelle peut faire plusieurs tours dans une seule chasse du piston.

FIGURE XXXV.

La *fig.* 35 est un double châssis dont un denté A, glisse horizontalement dans celui B qui est fixé à la tige du piston, au moyen d'un levier coudé C fixé à la tige du piston, et à une traverse D du châssis denté, et ce mouvement a lieu alternativement à droite et à gauche, pour faire engrener la roue E d'un côté et désangrener de l'autre, à chaque fois que le châssis est pour monter ou descendre, au moyen des tiges F au levier coudé qui descendent dans une saillie ou rainure G, et remontent par une autre H.

FIGURE XXXVI.

Il n'y a que le châssis denté A, et il est mobile dans la tige B du piston, c'est-à-dire qu'il peut se mouvoir à droite et à gauche horizontalement; et à la traverse C du milieu est une roulette qui monte par une rainure E, et qui descend par une autre F, au moyen des plans inclinés G aux extrémités des rainures ou d'une simple saillie : en sorte que la roue H est engrenée par un côté en montant, et par l'autre en descendant, selon le côté du châssis qui a été rapproché ou

éloigné de la roue, par la roulette D qui circule dans les rainures. Pour plus de solidité, on pourrait mettre deux roulettes qui agiraient en même temps dans deux rainures différentes, et ces rainures peuvent être sineuses, en sorte de faire dans une même chasse de piston, engrener ou désengrener la roue différentes fois, de manière à lui donner un mouvement irrégulier, d'après une loi donnée. Le reste est comme devant.

FIGURE XXXVII.

Le châssis tourne sur la tige A du piston, et il se trouve en face d'une roue conique B, qu'il engrène tantôt à droite et tantôt à gauche, selon qu'une roulette C, en tournant autour d'une longue saillie D, le fait assez tourner pour engrèner ou désengrener alternativement la roue aux deux extrémités E F de son diamètre. Le reste est comme il a déjà été expliqué.

FIGURE XXXVIII.

La *fig.* 38 est un châssis A denté obliquement pour engrener à la fois deux roues C D à frottement doux et à cliquets, qui sont formées avec des excentriques E; la chasse des pistons peut n'être pas limitée, et l'arbre F tourner toujours dans le même sens; par ce moyen, on peut donner très peu de vîtesse à la chasse du piston, et une très grande à l'arbre F.

FIGURE XXXIX.

Les crémaillères du châssis sont remplacées par des courroies A, ou des chaînes à la Vocançon, et les deux

roues dentées B par des poulies à frottement doux et à cliquet; si ce sont des courrois. ils font un tour autour des poulies B qu'ils font mouvoir: ce dernier moyen n'est bon que pour de petites forces, Le reste est comme il a été précédemment expliqué.

FIGURE XL.

La *fig.* 40 est une petite machine à vapeur portative à bras, ou sur roulettes, le tout est composé d'un cylindre vertical A, fondu avec des tuyaux B en forme de canelures sur toute la surface intérieure, et d'un autre cylindre C qui s'emmanche dans le premier, mais avec les canelures et tuyaux D sur la surface extérieure. Le piston moteur E se trouve dans ce dernier cylindre, qui est placé au-dessus du foyer F, et le combustible arrive par une trémie à deux tiroirs G, ainsi qu'il a déjà été expliqué; cette trémie se trouve placée à son extrémité inférieure dans la cheminée H, pour que, si on faisait servir en même temps la machine comme poële, la fumée, comprise entre les deux tiroirs, fut renvoyée par un tuyau à robinet I dans la cheminée. Le cylindre à piston C peut être à double effet par les moyens ordinaires, et le feu pourrait être activé par un soufflet; il brûlerait dans un air comprimé, dont la compression serait limitée par une soupape à poids J fixée dans la cheminée: on pourrait aussi faire travailler l'air comprimé avec la vapeur. La tige K du piston peut porter un châssis denté qui s'emmanche à toutes les roues des différentes machines,

qu'on ne veut faire mouvoir que par intervalles, le piston étant employé à simple effet pourra presser à toutes sortes de presses s'il y a un cliquet à la presse ou à la tige du piston; il peut aussi faire frapper un marteau s'il est employé à pousser la came d'un martinet. Enfin c'est une force portative qu'on peut faire agir partout pour toutes sortes de travaux. Cette machine peut aussi servir en même temps comme poële.

FIGURE XLI.

Autre petite Machine à vapeur portative à bras.

Cette machine est encore composée d'un cylindre vertical A, dans lequel entre, par en bas, un autre petit cylindre C, qui doit contenir le foyer D qui s'élève jusqu'à la moitié du grand cylindre; entre ces deux cylindres et au-dessus B, se trouve l'eau nécessaire pour la vapeur, ainsi que le cylindre à piston moteur E. Le combustible est mis au foyer dans une sorte de réchaud F, qui s'emmanche au cylindre avec crochets, clés ou coins G, pour être fermé hermétiquement par le fond; ce réchaud porte deux tuyaux, dont un H pour le passage de l'air du soufflet, et l'autre I qui remonte jusqu'au haut du foyer, pour servir comme de cheminée J; et, si on se sert d'air comprimé, et qu'on veuille le faire servir avec la vapeur, un robinet K est au haut de la cheminée, et un autre a un petit tuyau L qui y est fixé près le cylindre à piston E. On réunit avec un écrou M ce tuyau à un autre tuyau N, aussi à robinet, et fixé au cylindre E,

pour que l'air aille agir sur le piston. Par ce moyen, on peut aussi avoir une force instantanée, avec un robinet à tige O au fond du petit cylindre, et qu'on fait tourner pour qu'il laisse tomber de l'eau sur les charbons incandescent du foyer D qui, aussitôt, produit de la vapeur qui va travailler comme l'air comprimé, par le tuyau-cheminée J.

FIGURE XLII.

Petite Machine à vapeur portative à bras.

Elle est composée de deux cylindres verticaux, qui s'emmanchent l'un dans l'autre. Le plus petit A comprend le foyer B, placé dans une sorte de réchaud C, qui repose sur un tiroir D qu'on retire ou qu'on ferme, selon qu'on veut faire entrer ou maintenir le foyer ou réchaud dans le cylindre; le foyer pourrait être fixe, et le combustible y arriverait au moyen d'une tremie à deux tiroirs E, dont le tuyau-cheminée F se trouve entre les deux. Le piston moteur G se trouve dans le petit cylindre H, au-dessus de l'eau, maintenue entre les deux cylindres; et si on avait besoin d'une force instantanée, il y a de l'eau maintenue entre deux robinets I; on en ouvre un J pour que l'eau tombe dans le foyer ardent, et que la vapeur aille agir sur le piston G par un autre tuyau à robinet K, compris dans l'espace qui sépare les deux robinets I J, et qui servait de capacité à l'eau tombée sur le foyer B; il est inutile de dire qu'on a maintenu fermé un des tiroirs L de la

cheminée, ainsi que la soupape ou robinet M à air qui se trouve au fond du cylindre. On sait aussi que la force instantanée d'une petite machine à vapeur dépend seulement de la grandeur de la surface du piston ; car, avec le temps, un très-petit foyer et une très-petite quantité d'eau peuvent ournir une grande quantité de vapeur à une très-haute pression, afin de faire mouvoir le piston pour un instant, soit à simple ou à double effet, avec autant de force que la plus grande machine: seulement la petite machine n'agira que par intervalles plus ou moins éloignés ; et si elle agissait toujours, ce ne pourrait être que très-lentement ; mais combien de travaux, qui n'exigent pas de mouvement réguliers, peuvent être fait par ces petites machines ; car il y a bien peu d'opérations qui, à la rigueur, ne pourraient pas se passer d'un mouvement continu et à grande vitesse.

FIGURE XLIII.

La *fig.* 43 est encore une petite machine à vapeur portative à bras. Cette machine est simplement composée d'un cylindre A et d'un piston B, elle est à simple effet ; et, pour la faire mouvoir, on commence par mettre au fond du cylindre un réchaud [illegible] plein de charbons rouges ; ensuite on fait ent[illegible]on, qui est métallique, par d[illegible] tig[illegible]e dans toute sa longueur, p[illegible]lindre, afin que le piston [illegible]arbons. Il y a deux robin[illegible] la tige

du piston, afin de donner une capacité F qui contienne de l'eau, en sorte que, pour faire mouvoir le piston, il faut seulement ouvrir un robinet E et fermer l'autre F, de manière que l'eau tombe pour se réduire à l'instant en vapeur sur les charbons C, et forcer le piston à se lever. S'il s'agissait de faire frapper l'extrémité de la tige G du piston sur quelque chose, on fait tourner un levier horizontal H, qui repose sur un arrêt I, fixé à la tige, et aussitôt que l'arrêt échappe du levier H, le piston sort du cylindre comme un projectile. Par le même moyen, on pourrait jeter des balles placées dans un très-petit tuyau fixé au cylindre à une certaine distance, en sorte qu'elles soient chassées par un très-petit piston, fixé à l'extrémité de la tige G du grand piston.

On conçoit que les charbons rouges, pour obtenir une force instantanée dans les manufactures, pourraient être pris dans un foyer déjà utilisé pour d'autres usages; mais on peut faire d'un grand diamètre la tige G du piston, afin que le trou soit assez grand pour le passage du combustible comme de l'eau; et on pourrait établir ainsi un courant d'air par un tuyau à robinet E et une soupape J, fixés au fond du cylindre. Par cette manière, les charbons brûleraient au fond du cylindre, l'échaufferaient ainsi que la surface du piston, afin de donner une plus grande chaleur, pour réduire l'eau en vapeur aussitôt qu'elle tombe de la tige G du piston; et, si on emploie la tige du piston à presser avec des presses à grandes châsses, on pourra fixer au cylindre une cremaillière K. pour l'élever,

afin de la presser à plusieurs reprises, autant qu'il sera nécessaire.

FIGURE XLIV.

Petite Machine à vapeur portative à bras.

Cette machine est composée de deux parties A, qui se réunissent à volonté, au moyen de coins ou crochets, ou, enfin, un écrou B qui se visse aux extrémités de deux tuyaux, dont l'un C se rapporte à la chaudière, et l'autre D au cylindre à piston moteur E. La chaudière est composée d'un rang de très-petits tuyaux burinés F, pour qu'il n'y ait au feu aucune jointure G, et ils se tiennent tous à une extrémité par une traverse H. Dans cette traverse, on a buriné deux trous, dont un I pour y passer un boulon qui ferme l'entrée de tous les coups de burins, et un autre, au-dessous J pour réunir tous les tuyaux F; et, s'ils étaient aussi joints à l'autre extrémité K par un tuyau ainsi buriné, ils pourraient recevoir un courant qui donnerait encore plus de facilité à la vapeur pour se former, et la machine pourrait avoir alors un mouvement continu; mais étant simple, la chaudière est placée sur un foyer quelconque, utile à d'autre usage, et elle est emportée toute rouge à l'endroit où la tige du piston L est fixée aux machines à faire mouvoir; et, dans cet état, l'eau va se réduire en vapeur dans le cylindre à piston. Les chaudières *fig.* 24, 25 et 26 peuvent être très-petites pour servir de la même ma-

nière ; d'après les chaudières actuellement en usage, une très-petite machine ne peut donner davantage, par la raison qu'un très-petit foyer chaufferait proportionnellement trop de surfaces étrangères ; mais avec des chaudières-tuyaux à vapeur, il n'en sera pas ainsi ; tout le calorique y pourra être absorbé utilement, et ces machines seront du plus grand avantage pour exécuter tous les travaux isolés, irréguliers et momentanés de l'homme, que les animaux ni autre moteur continu, ne pourraient faire sans grande construction et sans perdre beaucoup de force ou de temps.

FIGURE XLV.

Machine à vapeur-tuyaux, à courant d'eau et de vapeur tout-à-la-fois.

Cette machine, qui peut être faite pour la force de plusieurs milliers de chevaux, est composée de tuyaux A placés par étagères, pour recevoir plusieurs foyer B comme à la *fig.* 2e. Ces tuyaux de petit diamètre ne devant avoir que des parois de peu d'épaisseur pour une très-grande force, ne peuvent nécessiter de feux très-violens; en sorte qu'ils doivent être plus multipliés et moins susceptibles d'une grande déperdition de chaleur par le rayonnement, car le feu est moins intense que pour les chaudières ordinaires, qui ont l'épaisseur de leurs parois en raison de leur grand diamètre. Les tuyaux à étagères et qui servent de grille aux foyers C, sont tous sur une même

ligne et inclinés dans un sens pour donner écoulement à l'eau qui arrive par un tuyau vertical D, dans un tuyau E horizontal, distributeur d'eau et auquel sont fixés en travers tous les tuyaux à étagères A pour recevoir la distribution de l'eau qui se fait à la fois dans chaque tuyau ; la vapeur formée, et l'eau qui n'a pu se réduire en vapeur, vont à l'autre extrémité F tomber dans un autre tuyau horizontal G, pour descendre ensuite par un tuyau vertical H, dans le réservoir I de vapeur et d'eau chaude, pour être après élevée de nouveau. Les tuyaux à étagères A sont fixés aux horizontaux E G à des tubulures J qui en font partie, est pour que ces jointures ne brûlent point, elles se trouvent à l'extérieur de chaque côté du foyer B, au moyen de tuyaux à ziggag K qui forment ces côtés pour les séparer du foyer ; mais ces derniers tuyaux reçoivent un courant d'eau et de vapeur, depuis le haut jusqu'en bas, chaque côté ne formant alors qu'un seul tuyau recourbé sur lui-même. Le réservoir I est placé au bas de cette sorte de chaudière A, pour recevoir l'eau et la vapeur qui n'ont pas d'autres issues pour sortir : dans l'eau chaude de ce réservoir sont placés les cylindres à piston moteur L, parce que les liquides chauffent plus fortement que les fluides, et la vapeur va agir dans les cylindres par un tuyau M pratiqué au haut de ce réservoir ; au-dessous se trouve le tuyau N par où entre l'eau froide alimentaire, pour ne point condenser la vapeur, ni refroidir l'eau chaude à sa surface : cette eau est ensuite refoulée dans les tuyaux D élevés, pour descendre dans les tuyaux horizontaux E

et à étagères A, afin de s'y réduire en grande partie en vapeur; comme la pression est égale dans les tuyaux et dans le réservoir, on conçoit qu'il ne faut pas beaucoup de force pour remonter l'eau et lui donner dans les tuyaux le courant alternatif ou continu qui convient, à fin qu'il n'y ait qu'un petit filet d'eau, qui arrive au réservoir sans s'être réduit en vapeur. Dans ces chaudières à courant d'eau et de vapeur, on peut, comme dans les précédentes, refouler le tout par gradation de la partie la moins échauffée à la plus échauffée, en sorte de faire servir la chaleur décroissante des foyers, afin qu'il en passe peu par la cheminée. Les étagères O pourraient aussi être formées de tranches verticales de tuyaux en zigzag P, placés l'un contre l'autre, avec l'inclinaison nécessaire, pour que l'eau descende facilement depuis le haut Q jusqu'en bas R, elle serait refoulée en haut dans un tuyau horizontal S, qui joindrait tous les autres tuyaux en zigzag P pour leur distribuer l'eau; et l'eau non réduite, ainsi que la vapeur, descendraient en bas dans un tuyau horizontal T qui les conduit au réservoir I. Pour le reste, voyez la *fig.* 2°.

FIGURE XLVI.

Autres machines à vapeur et à air comprimé.

La chaudière est composée de deux parties: celle qui contient le foyer A est un tuyau en spirale, ou bien c'est un cylindre formé de cannelures-tuyaux;

l'autre partie B est un cylindre rempli de très-petits tuyaux de cuivre, qui n'ont que quelques lignes de diamètre, et placés le plus près possible les uns des autres; en sorte qu'ils ne soient entourés que d'une très-petite épaisseur d'eau, et que le cylindre en contienne le moins possible: d'où il résulte que, pour une très-grande force, les parois de ces tuyaux pourront être très-minces, surtout s'ils sont traversés par de l'air rouge comprimé qui les fortifiera encore; de manière que l'eau du cylindre B se trouvera pour ainsi dire chauffée sans opposition par le feu qui traversera les petits tuyaux pour aller à la cheminée C. Si ces tuyaux venaient à s'engorger, on pourrait les nettoyer avec une baguette appropriée pour cet effet; le combustible arrive dans le foyer par des tiroirs D comme il a déjà été expliqué, et l'air par un tuyau E rempli de petits trous, pour porter l'air sous toute la longueur du foyer A. Cette chaudière peut être verticale B ou horizontale, et la partie à petits tuyaux de cuivre peut être changée en une autre F, composée de plusieurs cylindres, emmanchés l'un dans l'autre, comme les tuyaux d'une lunette d'approche fermée. Le plus petit cylindre G placé au milieu est plein d'eau, et le calorique passe entre lui et celui qui vient après; ensuite le deuxième espace est rempli d'eau, le troisième sert de passage à la chaleur, et ainsi de suite, en sorte que chaque capacité H, qui contient de l'eau, est chauffée tout au tour. Le calorique en sortant du foyer traverse à la fois tous les passages pour se rendre à la cheminée G; ou bien il passe

entre le premier et deuxième cylindre, pour revenir entre le troisième et le quatrième, et continuer à les parcourir ainsi tous les uns après les autres successivement. Dans le premier cas, les cylindres peuvent ne contenir de l'eau que jusqu'à la hauteur de leur diamêtre; pour avoir un tuyau I troué de petits trous dans toute sa longueur, et placé entre les cylindres à l'endroit le plus élevé, afin de répandre sur le pourtour du cylindre inférieur de l'eau qui s'y réduise à l'instant en vapeur : si le foyer est à air comprimé à une haute température, on lui fera traverser un petit volume d'eau J, avant d'arriver au cylindre à piston moteur K, pour ne pas se détériorer; les pistons L sont horizontaux, pour plusieurs raisons avantageuses; dans cette position, ils peuvent donner des mouvemens dans tous les sens, sans grandes dépenses de construction, de machines et de batimens, les deux cylindres étant placés aux deux extrémités de la même tige M avec un châssis denté N, ou plusieurs au bout l'un de l'autre; ils donnent à la fois des mouvemens circulaires continus, verticaux O, horizontaux P et inclinés à l'égard de ceux-ci; et pour les avoir déclinans, il faut seulement faire les dents obliques, soit au châssis, ou à la roue oblique qui reçoit le mouvement; et il en sera de même si on se sert de bielles Q et manivelles; et si la traverse R qui les supporte est horizontale, l'arbre S sera aussi vertical et incliné, les arbres T le seront de même et dans le même plan; mais si l'arbre est déclinant, la traverse U des bielles sera oblique, ou bien droite R, ou d'équerre à la tige

M, mais une bielle V et une manivelle sera plus courte que l'autre partie Q opposée, et s'il est nécessaire, on mettra des volants horizontaux X, inclinés, verticaux, et dans tous les sens à la manière ordinaire. Mais pour que les pistons, dans cette position, ne s'usent pas plus en dessous qu'en dessus, ils sont supportés par leurs tiges sur les boîtes à étoupes Y; et si on met une roulette ou qu'on charge le milieu Z de la tige des pistons par un poids, les pistons tenteront à porter plus en haut des cylindres qu'en bas. On pourrait encore faire entrer de l'huile dans l'intérieur du piston, comme à la *fig.* 16, pour pousser sur les bords un canal renversé, qui serve comme ressort, afin d'appuyer sur le cylindre le cercle à étoupe, et cela au moyen d'un petit piston à levier à poids *a*, qui entre dans un petit tuyau *b* vertical, le tout fixé à la tige du piston M.

FIGURE XLVII.

Condenseur pour les machines à haute et basse pression.

Cette machine est composée d'un très-long tuyau A, soit en ligne droite ou circulaire ; il est placé horizontalement pour être maintenu à moitié plein d'eau, et tout-à-fait submergé, soit dans une eau morte ou dans un courant d'eau froide. Il doit sortir ainsi à l'extérieur des établissemens du côté du nord, pour être soustrait à l'ardeur du soleil, et être ainsi exposé aux plus grands froids pendant l'hiver; dans l'été, le tout est renfermé dans un petit canal B pratiqué au-dessus.

On formera un courant d'air frais au-dessus de l'eau C, au moyen d'un tuyau D qui joint la cheminée du foyer, et d'un autre tuyau E qui descend dans un puisard, à l'autre extrémité du tuyau condenseur. Dans l'hiver, en outre que l'eau d'enveloppe restera gelée, on pourra encore introduire de la glace dans le condenseur, au moyen de deux tiroirs F : les tuyaux G, qui conduisent la vapeur du cylindre au condenseur, sont très-courts et de grand diamètre pour en faciliter la sortie, et la vapeur est forcée de traverser une épaisseur de trois ou quatre pouces d'eau froide H, placée un peu au-dessous du cylindre et du condenseur dans un tuyau coudé ; c'est à cet endroit que l'eau froide I est injectée dans le condenseur pour la condensation, mais pour moins de refroidissement sur les surfaces extérieures des vases qui contiennent de la vapeur non dilatée. Une partie de la vapeur dilatée, en sortant du cylindre à piston, entre par sa pression dans un tuyau à soupape conique K, placé près la sortie du cylindre à piston, et l'entrée au condenseur ou à l'air libre, afin d'[illegible] toutes les surfaces alors recouvertes [illegible] [illegible] d'être refroidies par la présence de l'un ou autre qu'il y ait moins de refroidissement, et que la vapeur perde moins de force avant sa dilatation dans le cylindre à piston, que par la manière ordinaire. Une seule pompe à double effet sert au condenseur à l'extrémité supérieure, et renvoie le tuyau L, qui amène l'eau de condensation rafraîchie par le courant d'air et la glace ainsi que le tuyau d'injection M. Le premier a son entrée qui imite la

quantité d'eau pour un temps donné, et l'autre est à la surface du diamètre du piston N. Si l'eau ne doit pas être injectée, afin de ne pas dépenser de force inutile à donner de la vitesse à l'eau, le tuyau O, qui amène l'eau et l'air du condenseur, est au-dessous du cylindre; un peu plus haut se trouve celui P, par lequel l'eau est refoulée dans la chaudière; et un peu plus haut encore est le passage Q, par où l'eau de trop et l'air sont chassés dehors: les deux derniers tuyaux ont leur diamètre et leurs soupapes égalant ensemble à la surface du pistou N, et tellement proportionnés, qu'il ne puisse aller ni plus ni moins d'eau dans la chaudière qu'il n'en faut, et sans donner une vitesse à l'eau qui fasse perdre beaucoup de force.

Mais pour les machines portatives à vapeur, où il ne doit point y avoir de condenseur, la vapeur du cylindre à piston J traversera un baquet d'eau R, au au moyen d'un tuyau S qui descend près le fond du baqueton ou cuvier conique, afin que cette eau s'empare du calorique de la vapeur, pour être refoulée toute chaude dans la chaudière. Il serait bon de faire des expériences, comme celles pour les jets d'eau, afin de trouver un ajustage au tuyau qui fasse sortir la vapeur du cylindre à piston le plus promptement possible, et avec la moindre réaction: en mettant les soupapes de sûreté dans des tuyaux ou petits cylindres T, la vapeur qui sort par ces soupapes U, pourra aussi de la même manière aller chauffer de l'eau dans un cuvier V, au moyen d'un petit tuyau X. La soupape peut être double, c'est-à-dire qu'une plus petite Y se trouve

au milieu de la plus grande Z, en sorte que l'une ou l'autre ne manque jamais de s'élever, lorsque la pression est plus considérable que les poids *a* qu'elles supportent; ces poids sont deux cylindres qui s'emmanchent l'un dans l'autre, en laissant des espaces *b* pour le passage de la vapeur des deux soupapes au tuyau de conduite X; et le milieu de la plus petite soupape Y est d'une composition capable de se fondre à une chaleur ou température susceptible de mettre la chaudière *c* en danger : les deux petits cylindres *a* pourraient être changés par des poids élevés sur des tiges au-dessus l'un de l'autre, et maintenus par une autre tige *e* au haut du tuyau qui renferme les soupapes. On pourrait encore former une soupape de sûreté, au moyen d'un petit piston chargé, et fixé ainsi à l'extrémité d'un petit balancier; et, à l'autre extrémité, se trouverait une soupape conique ou autre piston qui s'ouvrirait en-dedans la chaudière, en sorte que, pour peu que la vapeur sorte, elle tenterait, par sa réaction, à faire ouvrir davantage la soupape; ou bien il n'y a qu'un piston dans un petit tuyau ou cylindre, et sa tige, chargée d'un poids, ouvre et ferme le robinet d'un tuyau qui conduit la vapeur au cuvier R; et pour que la vapeur, en sortant, ouvre encore plus parfaitement les soupapes, il faudrait que les deux soupapes, mises l'une dans l'autre, eussent chacune la forme d'une assiette renversée, en sorte qu'à mesure que les soupapes s'élèvent, elles présentent une surface plus grande, dont la direction donne plus de prise à la vapeur; et on peut les charger l'une et l'autre par deux leviers à poids de différente force.

Autre soupape de sûreté, ayant pour but de maintenir toujours la vapeur de la chaudière à la même tension jusqu'au degré de chaleur desiré, et cela sans perdre de vapeur, afin de rendre sans danger le mouvement des machines plus régulier.

Voici la construction de cette machine : elle est composée de deux grands tuyaux ou cylindres F G, placés verticalement à côté l'un de l'autre, pour se communiquer par en bas H; le premier *f* est plein d'eau froide, avec un piston *i* sans tige dessus; et le deuxième contient un piston à tige à poids et à roulettes J, capable de faire équilibre à l'eau du premier cylindre, et à la force voulue de la vapeur de la chaudière. Pour cela, un tuyau K conduit la vapeur sur le piston I sans tige, qui, en s'appuyant sur l'eau L, fait d'autant plus remonter le piston à poids *k*, qu'elle a de force, et, par conséquent, descendre l'eau I dans le cylindre pour augmenter, en quelque sorte, la grandeur de la chaudière M, de manière que, si la vapeur prend plus de température, le piston à poids s'élève pour empêcher la vapeur de prendre plus de densité; et, lorsque la température diminue, il descend pour diminuer la capacité de la chaudière et donner plus de force à la vapeur. La tige de ce piston K, au moyen de deux dents à charnières, à ressort ou à poids, pourrait aussi ouvrir et fermer un robinet qui donne plus ou moins de passage à la vapeur, lorsqu'elle est trop forte, pour aller dans la cuve d'eau R dont nous avons parlé précédemment; cette tige pourrait aussi renverser de l'eau froide sur les parois des vases qui contiennent

de la vapeur, au moyen d'un baquet en équilibre supporté sur un essieu : enfin, on pourrait encore faire agir cette tige sur une sonnette à ressort, qui indiquerait le trop ou trop peu de combustible au foyer, ou bien encore un thermomètre à piston à poids pour ouvrir et fermer le robinet du tuyau qui donne passage à la vapeur quand elle a trop de tension.

On peut aussi, par un autre moyen, faire en sorte que la chaudière *m* augmente ou diminue sa capacité, selon la plus ou moins grande température ou densité de la vapeur. Pour cela, il y a deux ou trois cylindres verticaux, emmanchés l'un dans l'autre, comme ceux d'une lunette d'approche : le plus petit *n* est fixé à la chaudière, et à son extrémité supérieure *o* il porte un cercle qui fait arrêt à un autre cercle *p*, fixé au bas du deuxième cylindre, et ainsi de suite. Un poids *q* est alors placé sur l'extrémité du plus grand cylindre, pour faire équilibre à la vapeur d'une force désirée : les cercles inférieurs *p* sont garnis de cuir ou à étoupes, comme des pistons ordinaires; et il se trouve au-dessus une petite épaisseur de mercure ou d'huile *rs*, pour ne laisser aucunes issues à la vapeur.

On remplira aussi le même but au moyen d'un cylindre renversé, et qui entre dans la chaudière presque jusqu'au fond, en passant dans un collet P à étoupes à la manière des tiges des pistons : ce cylindre est fermé à sa partie inférieure, et à sa partie supérieure il est chargé d'un poids. Si la force de la vapeur venait à augmenter tout à coup, aussitôt que le cylindre serait arrivé à sa plus grande élévation, il ferait mon-

verser un baquet d'eau froide dans son intérieur et autres endroits, pour condenser en grande partie la vapeur de la chaudière; ce cylindre pourrait aussi être placé dans l'autre sens, s'il ne devait pas recevoir d'eau froide.

FIGURE XLVIII.

Machine à vapeur et à air comprimé.

Cette machine est composée de deux cylindres verticaux A et B, emmanchés l'un dans l'autre; ils laissent entr'eux un petit espace C qui contient l'eau à réduire en vapeur : la grille du foyer D se trouve au milieu du cylindre intérieur, un peu au-dessus du tuyau à soupape E qui conduit l'air comprimé au foyer; aux deux extrémités de ce dernier cylindre B, sont fixés deux tiroirs, pour que les uns F servent à l'entrée du combustible au foyer par les moyens déjà expliqués, et les autres G pour en retenir les cendres. Le combustible peut être humecté, ou bien une petite quantité d'eau H, comprise entre les deux robinets I d'un tuyau, tombe par sa pesanteur sur le foyer, pour lui donner plus d'activité ou pour former une certaine quantité de vapeur qui aille travailler avec l'air échauffé; mais si l'air échauffé était refoulé entre les deux cylindres C par un tuyau à soupape J à l'endroit le plus abaissé, il faciliterait la formation de la vapeur; car l'alcool qui bout à 60° centigrades ne bout plus à 100° s'il est purgé d'air : ces deux fluides iraient alors travailler ensemble avec la somme de leur force respective.

Mais pour mieux faciliter la régularité du mouvement, la vapeur K peut aller agir seule dans un cylindre, et l'air I dans un autre; et si la température de l'air était assez considérable pour endommager le piston moteur, la vapeur pourrait travailler en dessus et l'air en dessous, ou bien alternativement l'un après l'autre, tous les deux en dessous et en dessus. Ils pourraient encore entrer tous les deux à la fois sous le même piston, s'il n'y avait pas à craindre que la vapeur ne passât trop à travers l'air pour descendre dans le foyer D et l'éteindre; mais on peut faire entrer l'air le premier, et la vapeur après, soit sous le piston, ou dans une capacité séparée pour former la charge de chaque coup de piston, ou bien encore il peut y avoir deux réservoirs, dont un pour l'air, et l'autre pour la vapeur; et un cylindre à piston forme les charges du piston moteur, afin que les deux fluides, si leur force n'est pas égale, ne puissent se mêler que sous ce dernier piston. Dans tous les cas, il faut que la vapeur ait moins de force que l'air, si c'est l'air qui entre dans la vapeur, et réciproquement; car il ne faut pas que l'un des deux fluides, en se mêlant à l'autre, éprouve une grande dilatation, et il faut alors maintenir toujours le réservoir plein des deux fluides à leur plus grande densité, pour qu'ils aillent travailler ensemble sans occasioner une grande perte dans la force de compression. Le courant d'air, nécessaire à la combustion, se règlera à volonté par la quantité d'air refoulé, relativement à la petitesse du diamètre de la chaudière; et, dans ce cas, le feu sera d'autant plus violent, que le

combustible aura par ce moyen plus d'épaisseur, et cela, quoique le calorique ait l'avantage d'être presque aussitôt emporté par l'air que produit. On limitera aussi la quantité de combustible dans le foyer, si les tiroirs inférieurs G sont placés de côté à un tuyau coudé, afin qu'une tige soutienne la grille en passant par le fond du cylindre dans une boîte à liquide et à étoupe pour reposer ensuite sur l'extrémité d'un levier à poids, et qui indiquera la quantité nécessaire de combustible; on limitera aussi la quantité d'air, en tenant son entrée dans le cylindre compresseur plus ou moins grande. L'intensité du foyer sera aussi réglée par le plus ou moins d'eau H injectée ou même de vapeur, par le tuyau sur le foyer; car, s'il en entre trop, le feu s'éteindra, et trop peu, il brûlera avec moins d'activité. Plusieurs autres raisons font encore connaître que cette machine ne peut présenter aucun danger; car si le feu devenait trop violent, il brûlerait en partie les gaz qu'il doit dilater; la machine alors, ayant moins de force, aurait aussi moins de vîtesse; elle alimenterait donc moins le foyer qui reprendrait aussitôt son équilibre; et comme le feu brûle dans l'intérieur de la chaudière, rien n'empêche de lui donner l'épaisseur ou la force nécessaire pour n'avoir jamais à craindre aucune explosion. Les robinets du tuyau H et autres pourront être manœuvrés au besoin, soit par le plus ou moins de pression sur un piston à poids faisant fonction de soupape de sûreté, soit ensuite par le plus ou moins de vîtesse dans la machine, au moyen des poids à force centrifuge; les cylindres à pistons

moteur, au lieu d'être dans un réservoir placés de côté, pourraient être dans la chaudière au-dessus du foyer, pour en mieux recevoir l'action de la chaleur pendant la dilatation, et les tiroirs seraient alors fixés de côté, à une sorte de trémie inclinée. Il serait sans doute très-avantageux de lancer un petit jet de vapeur après sa dilatation dans le cylindre à piston, sous un foyer très-intense, c'est-à-dire où il y a une assez grande épaisseur de combustible, bien traversée par un courant d'air comprimé, ou non; car, l'eau composée de deux parties inflammables d'hydrogène et d'oxigène, est dans sa composition, un combustible très-économique dans le cas présent.

Or, voici comment il brûle, lorsqu'on n'en met dans le foyer que ce qui lui en faut, c'est-à-dire, pour qu'il n'en sorte pas de vapeur par la cheminée, le carbon du charbon est brûlé par l'oxigène de l'eau, dont le charbon s'est emparé, ce qui dégage l'hydrogène qui aussitôt s'unit à un peu de carbonne, pour être après brûlé par l'oxigène de l'air; aussi la partie utile de tous les autres combustibles est-elle composée de carbon et de gaz hydrogène; et la flamme dans les différens foyers n'est dûe qu'à leur combinaison gazeuse. A présent, pour ce qui regarde l'air comprimé, considéré comme combustible, nous dirons que le 1/5e d'oxigène, qui entre dans la composition de l'air atmosphérique, est la partie la plus utile et la plus essentielle à la combustion des bois, des charbons, etc., dont on fait un grand usage; et comme leur combustion est d'autant plus grande, plus prompte et plus par-

faite, qu'il y a plus d'oxigène d'amené par l'air, il s'ensuit donc qu'il y a un grand avantage à les faire brûler dans l'air comprimé, comme le font les émailleurs pour avoir un feu très-intense, car l'oxigène étant un des plus grands principes calorifians, plus on amènera d'air, plus il y aura d'oxigène, et aussi par conséquent plus il y aura de chaleur produite. Il ne faut pas croire que, parce qu'il y aura peut-être 1/6e du volume d'air comprimé de brûlé, que la force de compression sera en partie perdue, car le combustible contient une quantité plus considérable de gaz, de vapeur, qui ne brûlent pas tous parfaitement, et qui iront se joindre aux 4/5es d'azote qui restent de l'air comprimé, pour en augmenter et la densité et la force. On voit qu'au moyen de l'eau et de l'air comprimé, on peut augmenter considérablement la quantité de calorique du combustible, et lui en faire rendre beaucoup plus que lorsqu'il brûle sans eau, et à l'air libre; et si on joint à cela que dans les machines ordinaires on n'utilise pas la 1/15e partie du combustible employé, à cause des surfaces étrangères qu'on chauffe et des parois épaisses des chaudières que le calorique doit traverser, et qu'au contraire dans celle-ci, plus les parois seront épaisses, et plus elles concentreront la chaleur d'un feu qui chauffe encore immédiatement le fluide à dilater, et cela, sans chauffer aucune surface étrangère; on pourra alors juger du résultat de cette machine à air et à vapeur, et même à air seulement. Pour mieux encore se pénétrer de l'avantage qu'il y a de faire chauffer et travailler l'air comprimé, supposez que la chaudière soit remplie d'air

comprimé : si on échauffe cet air, la partie ou charge qu'on en fera sortir, aura la force de faire entrer une plus grande quantité d'air roid dans la chaudière; car celui-ci, étant à la température de l'atmosphère, est moins fort, et le volume échauffé aura autant de force qu'un autre volume égal plus dense, mais non échauffé. D'où il résulte que le volume d'air, qui doit entrer dans la chaudière, sera plus petit que celui qui en sort; qu'il exigera moins de force pour son entrée que n'en a celui qui sort, quoiqu'il se soit un peu dilaté après son entrée dans la chaudière; et si cet air comprimé est maintenu à la même température pendant sa dilatation, jusqu'à ce qu'il soit réduit à une force atmosphérique, il donnera une force double de celle employée pour la compression s'il est seulement élevé à la température de 100°, et cela quelle que soit la pression (Voy. *Physique de Brisson*, et la *Mécanique des gens du Monde*); et vous jugerez de la force de l'air comprimé et échauffé, qui sort de la chaudière, par la quantité d'air froid qu'il peut y faire entrer par un piston dont la surface est égale à celle de la soupape, et surtout si l'air échauffé travaille lentement pour pouvoir être maintenu ou chauffé à la même température pendant sa dilatation, et ensuite pour comprimer l'air froid avec la même lenteur, afin que les parois du cylindre aient le temps d'absorber la chaleur spécifique de l'air, à mesure que la compression la dégage, en sorte qu'il n'y ait pas une chaleur produite, capable de donner une grande résistance ou dilatation.

En sus de ce résultat, l'air comprimé aura encore donné

beaucoup de calorique par l'effet de son oxigène brûlé et d'autres gaz sortis du combustible, tout en faisant chauffer son azote, les gaz et les vapeurs non brûlés que le combustible contient, afin qu'ils se dilatent tous ensemble sous le piston moteur, avantages qui sont souvent perdus en entier dans les foyers ordinaires. Ainsi on voit que par cette manière, avec de la force, on peut en quelque sorte produire une compression qui donne ensuite du feu au foyer, d'où naîtra une force triple ou quadruple de celle primitivement dépensée pour la compression, selon qu'on aura plus ou moins comprimé l'air, et qu'on l'aura porté à une température plus grande que celle de 100°; et si on fait attention que le feu brûlant ainsi dans l'air comprimé, peut le porter facilement à une température de plus de 400°, on saura quelle force on doit espérer de l'air comprimé. Mais nous ne pouvons croire ce que l'on a avancé, que l'air atmosphérique chauffé sans être comprimé, puisse donner un peu plus de résultat que la vapeur; car un fluide qui n'est pas comprimé, ou qui a peu de densité, est un grand volume à employer si on veut en tirer une grande force, et qu'on ne peut chauffer que très-difficilement sans perte de calorique. On conçoit facilement qu'il faudrait beaucoup de feu pour chauffer l'air qui remplit une chambre, et qu'au moyen de la compression, s'il était renfermé dans un coffre, on pourrait le chauffer à une haute température, seulement avec une chandelle qui brûlerait dedans; en sus, il exige une bien plus grande température pour avoir une tension égale à l'air com-

primé et échauffé, ou même à la vapeur dense; et, lorsqu'il se dilate, il rend latent une quantité de calorique d'autant plus grande qu'il a moins de densité, car sa capacité pour le calorique augmente comme sa dilatation; ainsi il ne peut donc pas soutenir la comparaison avec de la vapeur dense chauffée, quoiqu'il ait une capacité quatre fois moindre que l'eau; et alors encore bien moins avec l'air comprimé, parce que deux choses constituent la force de dilatation des fluides ou gaz : la compression ou densité, et la quantité de calorique libre ou dilatant qu'ils contiennent; et on sait que, plus un fluide a de densité, plus il est susceptible de recevoir une plus grande quantité de calorique libre et une moindre de calorique latent.

L'air comprimé, ainsi échauffé à une très-haute température, prend nécessairement une grande force de dilatation dans les cylindres à pistons, qui sont encore échauffés dans le réservoir d'air; et alors cet air après s'être très-dilaté, peut donner un grand vide en le condensant avec de l'eau froide dans notre grand conducteur à tuyau; mais il faut peu de vitesse dans la dilatation, pour que le fluide ait le temps de s'échauffer ou de se maintenir à la même température dans ces cylindres à pistons moteurs, en sorte qu'il ne se refroidisse pas, et que, s'il était possible, il prît au contraire de la force au lieu d'en perdre; et cette lenteur dans le mouvement est aussi nécessaire, pour que la condensation ait le temps de se faire dans le condenseur par le refroidissement. L'air comprimé qui peut agir à une basse température, et même au-des-

sous de 50°, présente encore plusieurs avantages: il peut faire servir utilement comme moteur la chaleur des poëles, des fourneaux de cuisine et autres, des foyers, des cheminées, etc., et sans une plus grande dépense de combustible, en tapissant toutes les surfaces échauffées avec nos tuyaux à courant, remplis d'air comprimé; tandis que cela ne peut avoir lieu aussi facilement avec les machines à vapeur, qui exigent une très-grande chaleur pour leur fomation, et dans les manufactures, où il se trouve une grande quantité d'eau chaude perdue. Elles pourront aussi être employées à chauffer l'air comprimé; pour cela, les quatre tiroirs F et G pourront être changés en robinets; la machine refoulera l'air comprimé au fond dans le cylindre-chaudière, et on fera entrer et sortir l'eau chaude, en faisant manœuvrer les tiroirs ou robinets FG, comme on le fait pour l'entrée du combustible et la sortie des cendres; et cela pourra très-bien s'exécuter par le mouvement de la machine, en sorte que l'air traverse l'eau chaude et qu'il soit traversé par elle avant d'aller agir sous le piston moteur, par un tuyau L à l'extrémité supérieure: on pourrait même faire servir l'eau chaude à chauffer et dilater de l'eau froide, dont la dilatation est la 1/22ᵉ partie de son volume, chauffée à 80°; pour cela, le cylindre-chaudière est presque horizontal, et en manœuvrant les quatre robinets, l'eau froide, qui est la plus élevée, vient pousser dehors un volume d'eau chaude pour prendre sa place et y être échauffée ainsi dans le cylindre, entre deux robinets ou tiroirs, par l'eau chaude qui entoure la chau-

dière ; et aussitôt que cette eau est échauffée, elle pousse par sa dilatation un piston placé de côté à la chaudière, et ainsi de suite. Par ce moyen, on peut tirer parti, sans autre dépense de combustible, de la force de dilatation de l'eau, qui est énorme ou proportionnelle à sa densité. Il est inutile de dire que l'eau chaude extérieure pourrait être remplacée par un foyer.

D'après tout ce qui précède, il est facile de voir qu'on peut faire tout à-la-fois une machine à air comprimé et à vapeur sans plus de combustible, et on fera agir le calorique plusieurs fois avant qu'il se perde dans l'atmosphère, si le tout est renfermé dans un troisième cylindre-chaudière qui laisse un intervalle, dans lequel sera refoulé de l'air comprimé qui devra agir à une température moindre que celle de 50° ; et si l'air et la vapeur qui agissent sous les pistons à une haute température n'étaient pas très-dilatés en sortant de leurs cylindres à pistons, ils pourraient en sortant être refoulés pour servir à donner de la chaleur à l'air comprimé, qui sort de cette deuxième chaudière pour entrer aux cylindres à pistons ; en sorte qu'on peut doubler le calorique du combustible par la décomposition de l'eau et de l'air comprimé, le concentrer pour qu'il y ait moins de perte par le rayonnement, afin d'en faire travailler la presque totalité plusieurs fois avant qu'elle se perde dans l'atmosphère ; tandis que, dans les meilleures machines à vapeur ordinaires, on ne peut pas encore utiliser plus de la 1/15e partie de calorique que le combustible donne à l'air libre.

FIGURE XLIX.

Autre Machine à air comprimé et échauffé à une haute température, ensuite à vapeur à haute pression, et après à air comprimé, échauffé à une basse température, afin de donner plusieurs applications utiles au calorique, avant qu'il se perde dans l'atmosphère.

Cette machine est composée de trois cylindres-chaudières A, emmanchés l'un dans l'autre, et placés verticalement; dans le premier, se trouve le foyer B et l'air comprimé à une haute température; entre le premier et le deuxième, se trouve l'eau à réduire en vapeur, et entre le deuxième et le troisième, l'air comprimé à une basse température. Il y a plusieurs manières de faire entrer le combustible dans la chaudière sans employer de force, et d'en retirer de même les cendres; pour cela, on se sert d'une roue C qui porte quatre pistons qui circulent dans un tuyau auquel sont fixées deux trémies D, en sorte qu'on peut donner à la roue un mouvement de va et vient sans perdre l'équilibre de pression sur les pistons F. Cette roue pourrait être sans rayon G, et être garnie de pistons tout autour, afin de recevoir un mouvement circulaire continu, ou bien elle pourrait être remplacée par une roue à piston qui circule dans un canal, comme celle des machines à vapeur, à rotation immédiate, ou bien encore par un robinet à cases, ou enfin par un chapelet à pistons qui reçoit un mouvement circulaire continu; et, dans ce cas, la chaudière pourrait être horizontale.

On peut encore obtenir le même résultat au moyen de tiges H à pistons, qui reçoivent un mouvement rectiligne, réunies par un balancier vertical I, qui les fait mouvoir tout à la fois à la partie supérieure J et inférieure K de la chaudière. La tige pourrait n'avoir que deux pistons à ces extrémités, et traverser la grille B du foyer, ou bien encore, la tige passe à côté de la chaudière sans la traverser; mais elle est recourbée aux extrémités où sont fixés les deux pistons. Enfin, on peut se servir d'un tuyau incliné L, qui contient deux soupapes M à petit et grand côté, pour être facile à ouvrir, en sorte que par tous ces moyens, on fasse entrer le combustible J et sortir les cendres K presque sans force. On sait qu'il faut aussi dépenser beaucoup de force pour faire entrer l'eau dans les chaudières; mais par ces principes on voit qu'il faut seulement faire mouvoir, l'un après l'autre, deux robinets ou soupapes; en sorte qu'un volume de vapeur vienne remplacer un volume d'eau chaude, de la même manière qu'un volume d'air échauffé vient remplacer un volume de charbon; mais pour utiliser la chaleur contenue dans ce volume d'air ou de vapeur, on les envoie, par un très-petit tuyau à robinet, sous le piston qui sert à la dilatation. On peut aussi lancer la vapeur par un petit tuyau sous le foyer, pour y brûler ou activer le feu par la décomposition de cette vapeur, ou enfin cette vapeur traverse de l'eau froide pour l'échauffer en se condensant, en sorte que l'eau entre après toute chaude dans la chaudière. Si le passage du combustible était fixé, incliné de côté L, une deuxième chaudière N, renfermant les cy-

lindres à pistons O de dilatation, et le tout étant fondu ensemble, pourrait être placée horizontalement au-dessus de la première A, ou bien un tuyau P conduira l'air échauffé à cette dernière chaudière, qui sert comme de cheminée; un autre tuyau Q, fixé à l'autre extrémité, et dans lequel est la soupape de sûreté R, sert pour désengorger cette chaudière : à ce tuyau se trouve aussi le conduit S du fluide aux cylindres à pistons O. Cette chaudière peut aussi être entourée d'un autre cylindre, qui laisse un espace pour contenir de l'eau qui donne une machine à vapeur; et si la température était très-haute, une troisième enveloppe pourrait renfermer de l'air comprimé, échauffé seulement par le rayonnement à plus de 50°, et ensuite à une plus haute température, par le refoulement des deux autres fluides dilatés qui sortent des cylindres O à pistons. D'après cela, on voit donc que la dépense de combustibles dans les machines à feu sera à l'avenir fort peu de chose, et surtout si on augmente le calorique du combustible par la décomposition de l'eau et de l'air comprimé, pour faire ensuite servir le tout sans perte à plusieurs applications utiles, avant qu'il se perde dans l'atmosphère.

La chaudière N peut être horizontale T, et au-dessus se trouvent les cylindres à pistons U, placés dans un réservoir chauffé par le moyen d'un tuyau V qui traverse la chaudière à l'extrémité inférieure du foyer; et si la machine est simplement à air comprimé, le calorique ne chauffe directement que les cylindres à pistons U, mais si elle est en même-temps à vapeur,

le calorique pourrait en outre chauffer, en passant par le tuyau un réservoir de vapeur qui se trouverait alors formé par une double enveloppe X au réservoir. Pour concevoir l'avantage qu'il y a d'envoyer de la chaleur dans un endroit voulu au moyen de tuyaux de conduite V, il faut se rappeler que, dans les chaudières peu allongées, la plus grande quantité de calorique passe par la cheminée *a* aussitôt que produit; tandis qu'au moyen de ce réservoir placé ainsi au-dessus du foyer Z, le calorique, par sa légèreté, s'élève aussitôt dedans, et tente à s'y maintenir constamment en équilibre; en sorte qu'il s'y forme un courant de chaleur proportionnel à la quantité de calorique absorbé par la dilatation de l'air ou de la vapeur dans les cylindres à pistons U. On pourrait même augmenter ce courant par un tuyau qui rentre dans le foyer Z, à un endroit un peu éloigné du premier V. On voit que ce moyen peu dispendieux permet encore d'augmenter à volonté, et avec avantage, la quantité de surface utile à chauffer pour les simples machines à vapeur, lorque les cylindres à pistons ne traversent pas la chaudière au-dessus, ou horizontalement de côté, en travers. Le cylindre de dilatation doit toujours être dans la chaudière à l'entrée de la cheminée, pour y être chauffé à nu verticalement ou horizontalement; car il est beaucoup plus avantageux de chauffer de la vapeur qui, en se dilatant et se refroidissant, s'échauffe plus facilement que de l'eau qui se forme difficilement en vapeur; en sorte que le calorique ne devrait jamais chauffer qu'un très-petit volume d'eau qui reçoit le premier coup de feu, et le

restant du calorique chaufferait par gradation la vapeur à mesure qu'elle se dilate et se refroidit dans les cylindres à pistons, capables de faire servir la chaleur décroissante du foyer. Rien n'est plus propre pour cet effet que des tuyaux à courant *b*: on peut les tenir à une très-haute pression sans danger; le fluide y étant refoulé continuellement par un piston, l'eau ne peut y déposer pour les décomposer, et les jointures *c* à leurs extrémités pour favoriser le courant de l'un à l'autre, peuvent être hors de la chaudière pour ne pas être détériorées par le foyer. On peut faire des tuyaux d'un assez grand diamètre sans avoir une grande épaisseur d'eau à chauffer; pour cela, l'eau est contenue entre deux tuyaux de différens diamètres, et emmanchés l'un dans l'autre, en sorte que le calorique chauffe tout à-la-fois extérieurement et intérieurement; ou bien encore il n'y a qu'un seul tuyau, mais rempli en partie d'un cylindre de bois ou de pierre factice, d'un diamètre un peu moindre que celui du tuyau. On pourrait alors de la même manière améliorer les vieilles ou grandes chaudières à vapeur, en les remplissant ainsi, en sorte de n'avoir qu'une très-petite épaisseur de fluide à chauffer tout autour.

Nous ne pouvons nous empêcher de recommander tous ces principes, et de considérer comme un très-grand perfectionnement dans les machines à feu, celui de pouvoir maintenir le fluide à la même température pendant sa dilatation, au moyen de très-grands cylindres à pistons qui ont le mouvement très-lent, pour donner le temps au calorique de

pénétrer à travers les cylindres à pistons pour chauffer le fluide, tout en obtenant par les différens mécanismes que nous proposons, la vitesse et la régularité nécessaire aux machines qui exécutent différens travaux; pour s'en convaincre il faut voir les expériences faites à cet égard par M. Woolf, et que quelques autres auteurs ont à tort regardées comme gigantesques. C'est une vraie folie que de tenir à la même température un très-grand volume d'eau qui fait perdre tout le calorique qui ne sert qu'à maintenir l'équilibre de cette température; car ce n'est pas une grande quantité d'eau qui forme beaucoup de vapeur, mais seulement la grandeur de la surface utile chauffée, recouverte de la plus mince épaisseur d'eau, pour être portée à une très-haute température. Il vaut mieux chauffer la vapeur dans les cylindres à pistons, puisqu'une certaine quantité de vapeur épaisse ne peut non plus donner un grand résultat que quand elle est maintenue ou chauffée à une haute température pendant sa dilatation. Ensuite il est aussi plus facile, plus avantageux et moins dangereux de tenir un très-petit volume d'eau à une très-haute pression, que toute une grande chaudière à une température plus basse, car un petit tuyau peut crever sans grand danger; et lorsqu'il n'y a ainsi qu'une très-petite partie de la chaudière à une très-haute pression ou température, on peut utiliser la chaleur décroissante du foyer; et l'avantage de cette très-haute température est d'autant plus grand, que 22° seulement de température en plus donnent toujours une quantité double de vapeur dans un même temps.

On pourrait encore faciliter la formation de la vapeur au moyen d'un corps pulvérisé très-conducteur et très-poreux, pour être placé ainsi dans un égal volume d'eau qui le traverse et qui doit être réduit en vapeur; les tuyaux bouilleurs pourraient être remplis de la sorte aussi bien que les grandes chaudières ordinaires. On peut aussi avoir des chaudières ovales ou circulaires *s*, dont la partie intérieure soit sinueuse et en partie remplie de bois *t*, pour renfermer un bouilleur *u* aussi très-sinueux, en sorte qu'il y ait presque une fois plus de surface utile de chauffée renfermant un volume d'eau une fois moins épais, de manière qu'il y ait une fois moins de dépense de combustible pour produire une même quantité de vapeur. D'autres bouilleurs pourraient aussi être faits en tôle pliée et arrondie intérieurement *v*, et la soudure serait en haut *x*; ou bien encore les bouilleurs sont en fonte et creux intérieurement *z* pour le passage de la chaleur, et il n'y a qu'une seule jointure *r* à l'extrémité hors le foyer *q*. On peut arranger ces bouilleurs en sorte qu'ils puissent être retournés pour se détériorer également tout autour, et par conséquent moins que quand le feu agit toujours en ascendant au même endroit. Pour faire apprécier l'avantage qu'il y a de chauffer des petits tuyaux dans l'intérieur des chaudières, il faut se rappeler qu'à égal foyer ou à égale chaleur, les objets sont chauffés en raison des surfaces qu'ils peuvent présenter à égales distances au calorique; donc, puisqu'un tuyau d'un pouce carré présente quatre pouces de surface sur un pouce de long, et qu'un autre tuyau d'un pied

de diamètre, qui comprend 144 pouces cubes, n'en présente que 48 de surface sur son pourtour, les objets que ces tuyaux contiennent seront donc chauffés dans le rapport des surfaces qu'ils présentent à l'action du feu qui les chauffe sur leur pourtour, ou bien dans le rapport de 12 pour le petit tuyau, et 1 seulement pour le grand; mais ce rapport de 12 à 1 ne suffit pas encore pour apprécier tout l'avantage qu'il y a de chauffer des petits tuyaux de petits diamètres, car dans le tuyau d'un pied, il faut que le calorique traverse un pouce d'épaisseur, tandis que proportionnellement pour un tuyau d'un pouce, il n'y a qu'une ligne d'épaisseur à traverser, puisqu'avec cette épaisseur ce tuyau a la même force que l'autre; et si les matières à chauffer ou à distiller sont des solides, il faut que le calorique traverse 6 pouces d'épaisseur pour les chauffer au centre dans le grand tuyau, et seulement 6 lignes dans le petit; ou bien encore, si le fluide à contenir a une si grande force de dilatation, qu'il ne faille qu'un pouce d'ouverture au grand tuyau, et par conséquent une ligne dans le petit, le feu devra pénétrer dans le premier 5 pouces 1/2 d'épaisseur de fer, et seulement 6 lignes dans le second; en sorte que le fer de l'un pourrait brûler, sans que l'autre puisse avoir la moindre détérioration. Puisque le rouge cerise ne suffirait pas pour le grand, quand le rouge brun serait plus que suffisant pour l'autre; de plus, un grand tuyau ne se place pas dans un foyer aussi facilement et aussi avantageusement qu'un petit, qui peut être comme enterré; et quel foyer, quelle perte de chaleur ne nécessite

pas un tuyau à grand diamètre, pour maintenir l'équilibre de température qui lui convient? D'après tout cela, on voit donc que ce qui est possible avec des tuyaux à petits diamètres et certains combustibles, peut très-bien ne plus l'être avec des tuyaux à grand diamètre : qu'on juge alors de la différence qu'il doit y avoir entre les grandes chaudières, dont on se sert ordinairement, et les petits tuyaux *l* que nous proposons. On voit, d'après ce qui précède, qu'un faisceau de petits tuyaux d'un pied carré, composé seulement de 100 tuyaux d'un pouce, au lieu de 144 qu'il y a au pied, pour laisser l'espace nécessaire afin que le calorique circule tout autour de chaque petit tuyau, le tout placé ainsi dans une chaudière au-dessus du foyer; on voit, disons-nous, qu'il chaufferait 400 pouces de surface dans le même espace, au lieu de 48 pouces pour un seul tuyau d'un pied carré chauffé extérieurement ou intérieurement; en sorte qu'une chaudière d'un pied carré donne 8 fois moins de surface à chauffer pour le même foyer. Mais pour se faire aussi une idée du chauffage par gradation, qui fait servir la chaleur décroissante du foyer, il faut seulement se rappeler que 22° de chaleur de plus seulement, au-dessus de l'eau bouillante, donne une fois plus de vapeur ou, ce qui est la même chose, de pression; donc, le plus difficile, et ce qui exige le plus de calorique, est d'amener l'eau à l'ébullition; et c'est positivement ce que peut très-bien faire la chaleur décroissante du foyer, avant qu'elle se perde dans l'atmosphère, ainsi que cela a lieu, lorsque le calorique ne sert qu'à maintenir l'équilibre

de diamètre, qui comprend 144 pouce
présente que 48 de surface sur son pourt
que ces tuyaux contiennent seront donc
le rapport des surfaces qu'ils présenten
feu qui les chauffe sur leur pourtour, o
rapport de 12 pour le petit tuyau, et 1 s
le grand; mais ce rapport de 12 à 1 ne
core pour apprécier tout l'avantage qu'il
des petits tuyaux de petits diamètres, ca
d'un pied, il faut que le calorique trav
d'épaisseur, tandis que proportionnelle
tuyau d'un pouce, il n'y a qu'une ligne
traverser, puisqu'avec cette épaisseur
même force que l'autre; et si les matiè
ou à distiller sont des solides, il faut q
traverse 6 pouces d'épaisseur pour le
centre dans le grand tuyau, et seulemen
le petit; ou bien encore, si le fluide à
si grande force de dilatation, qu'il ne fail
d'ouverture au grand tuyau, et par c
ligne dans le petit, le feu devra pénétre
mier 5 pouces 1/2 d'épaisseur de fer,
6 lignes dans le second; en sorte que
pourrait brûler, sans que l'autre puisse a
détérioration. Puisque le rouge cerise
pour le grand, quand le rouge brun
suffisant pour l'autre; de plus, un gr
place pas dans un foyer aussi facilemen
tageusement qu'un petit, qui peut être
et quel foyer, quelle perte de chal

renfermé entre des briques ou sable réfractaires; mais notre but est de faire connaître jusqu'à quel point on peut économiser le combustible. Pour cela, toutes les parties correspondantes, qui forment la chaudière, sont semblables, et son but est d'empêcher que le calorique chauffe des surfaces étrangères, tout en lui faisant chauffer la plus grande quantité possible de surface utile à minces parois, renfermant de très-petits filets d'eau, pour qu'ils laissent à ces parois la plus grande force possible. Les différentes parties de cette chaudière, contenant de l'eau à différentes pressions et températures, permettent de faire servir la chaleur décroissante du foyer, de manière que le degré de chaleur nécessaire pour tenir l'équilibre à une haute température, soit utilisé plusieurs fois avant qu'il se perde dans l'atmosphère, et qu'il ne reste à une très-haute pression que les plus petites parties, pour rendre la machine sans danger.

M. Woolf et autres ont démontré, par l'expérience, que la vapeur chauffée pendant sa dilatation pour être maintenue à sa température primitive, se dilate d'autant de fois son volume, que sa densité lui permet de supporter sous la pression atmosphérique plus de livre par pouce carré de surface; c'est-à-dire que, sous cette pression, si elle a la force d'élever 40 livres par pouce carré, qu'elle peut se dilater à 40 fois son volume primitif. On sentira la vérité de ce principe, si on réfléchit qu'un gaz comprimé se dilate sous la pression qui le comprime aux 3/8 de son volume, s'il est seulement porté à la température de 100° : car si ce fluide, qui

de la haute température voulue; en sorte que tout ce qui a moins de force calorifiante que le degré de chaleur désiré est perdu, puisqu'une chaleur quelconque ne peut chauffer une autre chaleur plus forte.

FIGURE L.

Machine à vapeur, susceptible d'être de la plus grande force, sans aucun danger, et avec la moindre dépense possible de combustible.

Nous allons traiter de cette machine dont toutes les parties peuvent être déplacées pour les faire user également partout; elle peut durer très-long-temps, et les réparations en sont faciles, car elles peuvent être changées toutes, les unes après les autres, de manière à renouveller toute la machine sans que, pour ainsi dire, elle arrête. Mais nous devons commencer par dire que, si on ne voulait pas économiser le combustible autant qu'il peut l'être, on pourrait toujours, avec le foyer d'une machine à vapeur ordinaire, de la force de 6 chevaux, mettre horizontalement au-dessus un volume de 144 tuyaux de 10 pieds de long et d'un pouce carré chacun, mais représentant à sa base un espace de 2 pieds de surface au lieu d'un, pour laisser un libre passage au calorique tout autour de chaque petit tuyau; et on aurait 480 pieds de surface à minces parois de chauffées, qui fourniraient sans danger de la vapeur à une pression de plus de 10 atmosphères; et par conséquent pour une force de plus de 100 chevaux, le tout

renfermé entre des briques ou sable réfractaires; mais notre but est de faire connaître jusqu'à quel point on peut économiser le combustible. Pour cela, toutes les parties correspondantes, qui forment la chaudière, sont semblables, et son but est d'empêcher que le calorique chauffe des surfaces étrangères, tout en lui faisant chauffer la plus grande quantité possible de surface utile à minces parois, renfermant de très-petits filets d'eau, pour qu'ils laissent à ces parois la plus grande force possible. Les différentes parties de cette chaudière, contenant de l'eau à différentes pressions et températures, permettent de faire servir la chaleur décroissante du foyer, de manière que le degré de chaleur nécessaire pour tenir l'équilibre à une haute température, soit utilisé plusieurs fois avant qu'il se perde dans l'atmosphère, et qu'il ne reste à une très-haute pression que les plus petites parties, pour rendre la machine sans danger.

M. Woolf et autres ont démontré, par l'expérience, que la vapeur chauffée pendant sa dilatation pour être maintenue à sa température primitive, se dilate d'autant de fois son volume, que sa densité lui permet de supporter sous la pression atmosphérique plus de livre par pouce carré de surface; c'est-à-dire que, sous cette pression, si elle a la force d'élever 40 livres par pouce carré, qu'elle peut se dilater à 40 fois son volume primitif. On sentira la vérité de ce principe, si on réfléchit qu'un gaz comprimé se dilate sous la pression qui le comprime aux 3/8 de son volume, s'il est seulement porté à la température de 100°: car si ce fluide, qui

après cette dilatation supporte encore la même position, est très-dense; chaque nouveau volume, dilaté aux 3/8 de son volume, pourra encore se dilater de même plusieurs fois aux 3/8 de son volume sous la pression atmosphérique: si on le maintient toujours à la même température, et qu'on diminue proportionnellement à sa densité la charge d'équilibre ou la force qui le comprime; alors, pour avoir de la force, il n'est donc point nécessaire de chauffer un grand volume d'eau à basse pression, ni même à haute. Il suffit seulement de multiplier les cylindres de dilatation en métaux non polis, et les plus conducteurs de chaleur pour les faire ainsi chauffer, soit dans l'eau chaude, soit dans la vapeur ou l'air comprimé du foyer, pour avoir leurs parois moins épaisses, en sorte que le nombre de ces cylindres à pistons soit assez grand pour donner un mouvement régulier sans grande vitesse et sans volant; car on sait qu'une grande vitesse de dilatation ou d'évaporation, produit de la glace à l'instant, parce que les corps environnans n'ont pas le temps d'absorber autant de calorique, que la dilatation du fluide en emporte par sa grande chaleur spécifique; mais si les cylindres sont longs et de petits diamètres, ils présenteront proportionnellement beaucoup plus de surfaces chauffantes, à parois encore plus minces, et les pistons pourront recevoir plus de vitesse, le fluide alors recevant plus de chaleur dans le même temps; mais en se servant de châssis dentés ou autres, fixés aux tiges des pistons, ou bien des roues à pistons ou à réaction, pour être chauffées, et que nous avons déjà fait connaître, on

pourra donner très-peu de vitesse à la dilatation de la vapeur, pour qu'elle ait le temps de s'échauffer ou qu'elle ne se réfroidisse pas, tout en donnant la vitesse et la régularité nécessaire aux machines à faire mouvoir. Par tous ces moyens, on voit que le condenseur n'est pas plus nécessaire que le volant dans ces machines à haute pression, et qu'en chauffant par gradation pour faire servir la chaleur décroissante du foyer, que la vapeur dense ou à haute pression exige moins de calorique que celle non comprimée ou à basse pression, qui a dû en absorber beaucoup inutilement dans la chaudière pour sa dilatation, car il n'y a pas de dilatation sans absorption de chaleur spécifique ; en sus, la charge d'équilibre et la force d'inertie, occasionée par la résistance atmosphérique et celle des machines à faire mouvoir dans les basses pressions, ne sont pas aussi grandes pour une haute pression qui, avec un petit piston, a une grande force; et elles sont encore bien moins sensibles, lorsque ainsi on peut donner peu de vitesse aux pistons, en sorte que les machines à basses pressions ordinaires ne peuvent aller en parallèle en aucune manière avec celles à tuyaux à haute pression. Nous pensons aussi que, si on mettait dans les capacités ou chaudières du cooke concassé, ou autres matières tout à la fois poreuses et conductrices de chaleur, pour être facilement traversées par l'eau et le calorique, la production de la vapeur exigerait un feu moins intense, ou qu'elle la formerait dans un temps plus court, et par conséquent avec économie de combustible; et comme l'alcool qui bout 60° de tem-

jointures sont hors la chaudière et le foyer, et l'autre extrémité a sa capacité à moitié pleine de tuyaux, qui ont leurs jointures de l'autre côté D de l'entrée de la cheminée; ou bien les tuyaux bouilleurs sont de la longueur totale de la chaudière, et avec leurs jointures aux deux extrémités hors la chaudière; mais si pour mieux faire servir la chaleur décroissante du foyer, on divisait la chaudière et les tuyaux en plus petites longueurs, afin de refouler par plusieurs pistons compresseurs le fluide de la partie la moins échauffée H, dans celle qui a un peu plus de chaleur J; les parties de chaudières qui se trouveraient enclavées entre les deux extrémités de la chaudière, auraient des tubulures R de côté, qui fourniraient des ouvertures pour le passage des extrémités des tuyaux que ces parties de chaudières contiendraient; les cylindres de dilatation pourraient être chauffés dans leur réservoir par un tuyau qui prendrait directement la chaleur au bout du foyer, ou bien ils seraient placés entre l'extrémité de la chaudière et la cheminée. On pourrait ne pas mettre de tuyaux K bouilleurs dans la première chaudière qui contient le foyer, et au contraire, on la tapisserait de briques ou sable réfractaires, afin que le combustible en brûle mieux, tout en lui laissant plus d'espace et en ôtant au calorique son action trop directe sur les tuyaux E, afin qu'il n'aille plus les chauffer qu'après avoir dépassé le foyer, pour ne pas trop les détériorer. Le foyer pourrait aussi brûler dans l'air comprimé, refoulé par des pistons-soufflets, pour agir après comme de la vapeur par sa dilatation, etc.; car, au moyen de

cette chaudière à cylindres, il est très-facile de faire brûler le feu dans l'air comprimé, et on obtient, par la dilatation de l'azote de l'air et autres gaz produits par le combustible et échauffés à une haute température, bien plus du double de la force employée par la compression, en sus beaucoup plus de feu ou de chaleur par la combustion de l'oxigène de l'air; le combustible employé en brûle mieux, il donne un feu plus intense, ou il a une action plus forte; le calorique, ainsi renfermé, est aussi plus facile à employer, et comme il est très-comprimé sur les parois des vases qu'il fortifie, il doit aussi mieux les pénétrer. Mais si l'emplacement n'est pas très-long, la chaudière est repliée plusieurs fois sur elle même, au moyen de chaudières composées de deux cylindres concentriques L M, pour s'emmancher facilement l'un dans l'autre, et se réunir ensuite à deux autres chaudières droites et égales en dimensions; les tuyaux bouilleurs qu'elles doivent contenir, peuvent être d'une seule longueur, et courbés *d* en deux parties pour traverser les deux chaudières horizontales; en sorte que deux longueurs de tuyaux repliés *d* pourraient suffire pour quatre parties de chaudière. Les chaudières circulaires L pourraient être alors remplacées par de simples conduits de chaleur N, formés de parties peu conductrices; et les droites A par des chaudières en forme de creusets P Q qui s'emmanchent l'un dans l'autre, mais avec des tubulures R de côté aux extrémités opposées, de manière qu'il n'y ait à chaque partie que deux jointures ou ouvertures et une troisième S pour la sortie des tuyaux E. Par ce moyen,

si la chaudière devait être très-grande, on pourrait mettre plusieurs foyers dans le même courant de chaleur ; les cylindres de dilatation T pourraient être placés entre la chaudière et la cheminée, pour être chauffés à sec dans un réservoir U formé de petits tuyaux en spirales, ou bien ils pourraient être fondus avec une sorte de chaudière, au milieu de laquelle le courant de chaleur passerait. Une partie de la cheminée F, pourrait aussi être construite d'après l'une ou l'autre de ces manières. Si les tuyaux bouilleurs E, sont de fer laminé pour être forgé à la mécanique, ils sont formés de plusieurs spirales, repliées à côté l'une de l'autre, en laissant un petit espace entr'elles pour le passage du calorique; et ces tuyaux ont une longueur proportionnelle à la force ou à l'intensité du foyer, en sorte que le courant d'eau qu'on y produit par un bout en haut V, sorte en bas X en vapeur par l'autre bout dans un réservoir, ou bien seulement l'eau chaude à une haute température, pour qu'une grande partie s'y réduise en vapeur, et le reste est refoulé de nouveau dans les tuyaux bouilleurs : mais un passage alternatif d'eau et de vapeur, qui faciliterait l'entrée du calorique au travers les tuyaux pour être rafraîchi aussitôt, afin que rien ne se détériore, serait préférable. Mais si les tuyaux sont de fonte de fer, ils sont fondus plusieurs à la fois avec un tuyau *z* qui les réunit à une extrémité ; et le courant d'eau se fait de l'un à l'autre, en plaçant des rondelles de fer *a* dans ce tuyau, aux endroits convenables, de manière qu'à cette extrémité il n'y a qu'une seule jointure *b* pour

tous les tuyaux d'une même tranche; mais à l'autre extrémité qui sort de la chaudière, tous les tuyaux sont fermés et réunis par d'autres tuyaux *e* en travers, qui portent des tubulures pour cet effet; et dans ces tuyaux il y a aussi des rondelles de fer, pour que chaque tranche de tuyaux ne forme qu'un seul courant. Si la pression était très-grande, on pourrait, pour ne point perdre de vapeur par ces jointures *f*, les réunir dans une petite capacité remplie d'eau ou de mercure, huile, etc., mais comprimée à une plus forte pression que la vapeur, par un petit piston à levier, à ressort ou à poids, à la manière d'une presse hydraulique. En plaçant tous les tuyaux par tranches verticales ou horizontales, un seul tuyau horizontal V peut donner l'eau à toutes les tranches; et un autre X, à l'extrémité inférieure, en reçoit la vapeur pour la conduire au réservoir.

Il est facile de voir par les ouvertures de ces derniers tuyaux, qu'ils pourraient être aussi bien burinés que fondus; l'eau est refoulée graduellement par des pistons compresseurs de la partie ou capacité H la moins chaude, dans celle J qui l'est davantage, jusqu'à ce qu'elle soit arrivée aux tuyaux bouilleurs E et de là au réservoir de vapeur, de manière que vers la cheminée F il y ait toujours des vases presque froids, sans pression et à minces parois, pour absorber toute la chaleur qui, sans cela, irait se perdre par la cheminée, et pour que toute la machine s'use également; toutes les parties des chaudières et des tuyaux bouilleurs étant d'égale dimension, elles se remplacent

l'une et l'autre ; on les retourne aussi du haut en bas, et devantderrière, en sorte de leur faire parcourir successivement toutes les positions de la plus froide à la plus chaude, et réciproquement.

FIGURE XLIX.

Machine à gaz hydrogène et à air comprimé, dilatés et brûlés.

Cette machine est composée de deux pistons moteurs A et d'un piston compresseur B; les tiges C des pistons portent des châssis et font tourner un arbre horizontal D placé en-dessous ou au-dessus d'eux : l'air arrive par des soupapes E dessus et dessous le piston compresseur B, pour être comprimé dans un réservoir F, et le gaz est dans un autre réservoir G, au-dessous d'un piston à poids, pour être toujours à la même densité. La charge de gaz entre la première sous les pistons moteurs A; celle d'air comprimé vient après; en sorte que la formation de la charge, par sa pression, tente à élever le piston au fur et à mesure que les gaz entrent dessous ou dessus, pour qu'il n'y ait point de force de compression de perdue; et pour cela, la course du piston se fait d'un bout à l'autre du cylindre. Ensuite un robinet H s'ouvre pour que le mélange de gaz et d'air viennent s'enflammer sur une très-petite lampe I, qui se trouve dans un petit tuyau, afin de former après un courant d'air aussitôt que le robinet est fermé, parce qu'il y a au-dessous une soupape à

poids J, et que le robinet H est troué de manière à donner passage à l'air par une ouverture K au haut du tuyau. Cette machine aura un plus grand effet si on y ajoute un grand condenseur à eau froide, duquel seront retirés le gaz et l'air dilatés et ensuite mal brûlés. On pourrait aussi faire travailler la chaleur que produit le gaz sur le cylindre à piston moteur A, en enveloppant celui-ci dans un autre cylindre, de manière à laisser un espace qui donne un réservoir, dans lequel serait comprimé l'air venant du piston compresseur B; et si la chaleur était très-grande, on pourrait ne faire mettre le feu qu'après que l'air ainsi échauffé aurait élevé le piston à une certaine hauteur par sa dilatation: cependant on pourrait y mettre le feu aussitôt après les charges entrées et sans dilatation, car l'air et le gaz ne peuvent brûler qu'après s'être échauffés, et parconséquent dilatés; et pour que la chaleur ne puisse s'accumuler de manière à détériorer le piston A et l'intérieur du cylindre, on pourrait entretenir sur le piston une petite quantité d'eau, dont la vapeur pourrait travailler avec l'air en tenant le cylindre ouvert ou condenseur lorsque le piston remonte. Pour prendre une idée de l'avantage de cette machine, il faut se rappeler que, dans les machines à vapeur ordinaires, on ne fait encore servir utilement que la 1/15e partie du calorique que le combustible employé contient, et on n'utilise encore que le 1/3 de la force de la vapeur que ce peu de calorique a produit, tandis qu'ici le gaz brûle sous le piston dans l'air comprimé, qui devient alors un très-bon combustible, susceptible d'une très-haute

température, et d'une immense dilatation ou pression, qui produit après un vide semblable. Si on joint à cela que ce moteur est portatif, et qu'il est le seul capable de pouvoir travailler pour ainsi dire à la parole, ou à des travaux irréguliers, on sentira qu'il n'est point à dédaigner, puisqu'il peut recevoir des milliers d'applications utiles, que tous autres moteurs ne pourraient pas faire. N'est-on pas forcé d'employer la poudre à différens usages, quoique ce moteur soit le combustible le plus cher? et on l'utiliserait encore bien davantage si on connaissait tous les moyens de l'employer avec plus de bénéfice que dans une pièce de canon, c'est-à-dire, ainsi que nous l'avons indiqué dans notre *Mécanique militaire*, où il est employé par petites parties sous un piston, en sorte qu'il soit élevé graduellement comme par la vapeur sans plus de danger, sans rien détériorer, et sans rien perdre de la dilatation des gaz qui se forme dans l'inflammation de la poudre, ni dans le vide qui se fait ensuite, la poudre peut encore être très-bien employée avec l'air comprimé qu'elle échauffe. Croirait-on toute la force de la vapeur parfaitement bien employée, si elle faisait sortir du cylindre le piston aussi vite qu'un boulet de canon? Ainsi, malgré tout ce qu'on a allégué contre ce gaz brûlé, il fera sans doute un moteur très-utile.

FIGURE L.

Petite Machine à gaz portative à bras, pour une force momentanée.

Le gaz est comprimé sous un piston à poids A comme

devant : on commence à le faire servir sous le cylindre à piston B moteur, avec l'air atmosphérique ; et le piston, en s'élevant ainsi, comprime l'air qui est au-dessus C, pour le faire passer dans un petit cylindre D fixé à côté, ce qui prépare les charges d'air comprimé pour faire agir le piston moteur B, comme il a été ci-devant expliqué. On pourrait aussi se servir du vide qui se fait sous le piston par le gaz et l'air, qui ont brûlé après s'être échauffés et ensuite dilatés ; en sorte que l'atmosphère, par sa pression, fasse comprimer l'air pour les charges du piston B, au moyen d'un petit cylindre à piston séparé. On prétend aussi que le vide ainsi formé par le gaz et l'air brûlés donne à l'atmosphère une force de dix livres par pouce carré de surface, et que le gaz hydrogène carbonné, ainsi employé, coûterait moins de dépense que le charbon employé comme dans les machines à vapeur ordinaires. Si donc comme nous le démontrons, on se servait encore de la pression formée par la dilatation de ce gaz et de l'air, il est certain que les avantages en seraient plus que doublés ; et si le piston moteur est employé à presser, il porte une crémaillère à sa tige E, pour être engrenée par un cliquet, afin de ne pouvoir descendre que dans un temps voulu ; ou bien on élève à chaque fois le cylindre sur des tasseaux, si la chasse de la presse est plus grande que celle du piston dans le cylindre B.

On conçoit que, pour faire presser un objet sans danger à une force de cent atmosphères, il faut seulement que la surface pressante, pressée à une force

atmosphérique, soit cent fois plus grande que la surface à presser : ce principe pourrait faire épargner bien de combustible dans la confection d'un grand nombre d'objets métalliques. On pourrait même avoir des presses hydrauliques et à air comprimé par l'eau dans un tuyau à robinet élevé au-dessus de l'eau, pour que le ressort de l'air donne sans danger un magasin de force préparé et conservé à l'avance, capable de donner au fer rouge la forme voulue dans une seule chauffée et pressée. On doit aussi concevoir que ce principe peut être également de la plus grande utilité pour quantité d'autres travaux; car la réaction d'un très-petit volume d'air ne peut être plus dangereuse que l'objet qu'on presse, qui a souvent une grande élasticité, et cela sans soupape de sûreté.

Avec le gaz hydraulique carbonné, on peut aussi faire presser l'eau par un grand piston, en faisant agir le gaz enflammé en dessus ; et la tige du piston étant, à l'extrémité, à crémaillère ou à cliquet, fixe le piston pour maintenir le magasin de force donné par l'air qui se comprime, ou bien le piston est sans tige, et une soupape dans le tuyau se ferme par la réaction de l'air comprimé ; et si la chasse de la presse devait être très-grande, et qu'on ne voulût pas avoir un très-grand piston moteur, on ferait mouvoir le fond du cylindre, qui aurait aussi alors la forme d'un piston, avec une tige à crémaillière pour le faire descendre au fur et à mesure qu'on presse, de manière qu'il ne reste d'espace entre ces deux sortes de pistons, que celui nécessaire pour la charge d'air et de gaz à enflammer,

ou bien encore, le fond reste fixe; mais au moyen d'un robinet on fait à chaque fois entrer sous le piston de l'eau plus élevée, qui le relève, pour être chassée de nouveau par une nouvelle charge de gaz, qui alors, fait entrer l'eau qui a passé sous le piston : mais lorsque ce sont les hommes, ou les animaux, ou une roue hydraulique qui travaille, il faut de toute nécessité que le piston compresseur, la soupape et le tuyau qui conduit à la presse aient le même diamètre; et si le tuyau était rétréci quelque part, par exemple au dixième de la surface du piston, il faudrait employer une force ou un temps immense à donner une vitesse inutile à l'eau à l'endroit resserré; car, supposons que le fond d'une carafe soit un piston égal au diamètre intérieur : si cette carafe était transformée en un cylindre qui eût le même diamètre dans toute sa longueur, toute l'eau en pourrait être chassée pour sortir en un instant en forçant le fond ou piston; mais si la carafe est comme celle ordinaire, qu'elle ait un col très-étroit, le piston aura moins d'eau à soutenir, la carafe en contenant moins; mais comme le fluide presse en tout sens, en raison de la hauteur de la colonne et non de son diamètre, il en résulte que le piston sera aussi pressé, et qu'il ne pourrait faire sortir toute l'eau de la carafe par un goulot étroit dans un instant, sans la briser. Il est pénible de voir que cette théorie étant connue depuis plus de deux cents ans, on emploie encore ce principe dans presque toutes les machines hydrauliques, pour produire, sans le savoir, un résultat tout opposé à celui dont il est susceptible.

FIGURE LI.

Machine à gaz acide carbonique, ou autres.

Cette machine est composée de deux parties qui forment quatre cylindres verticaux A B C D, et deux horizontaux E F; dans chacune de ces deux parties, les cylindres sont burinés par des tubulures G que le gaz H ne peut atteindre, ni l'action du foyer I, afin que le premier H ne puisse trouver aucune issue pour s'échapper, et que l'autre I ne puisse rien détériorer. Le gaz est contenu dans la partie H la plus élevée des plus grands cylindres, et tout le reste J est rempli de mercure, d'huile, etc. A l'extrémité de ces cylindres est un tuyau K qui les réunit pour le passage du gaz H d'un cylindre A à l'autre B; et ce petit tuyau a été buriné au moyen d'un petit burin fixé au bout d'un levier qu'on a fait entrer dans les cylindres. Les deux plus petits cylindres sont munis de chacun un piston I, et les deux plus grands cylindres sont renfermés, l'un A dans un réservoir d'eau chaude ou de vapeur, ou enfin d'un foyer M, et l'autre B dans un réservoir d'eau froide N, rafraîchie par un courant d'air donné par un soufflet, ou par le tuyau de la cheminée du foyer M.

Voici comment le mouvement de cette machine s'opère, pour comprimer le gaz H : il faut que le piston L de la partie chauffée soit descendu pour faire monter le liquide J, qui chasse le gaz H dans l'autre

cylindre B; et le piston reste ainsi fixé, soit par un levier coudé et à poids O, ou par une tige à arrêt P, ou par un verrou à vis et écrou, ou à la manière des tiroirs, etc., de sorte que l'autre piston Q en descendant puisse facilement comprimer le gaz dans le cylindre compresseur et condenseur B : étant comprimé, le piston Q ne reste pas encore dans cette position un seul instant, il continue de descendre pour chasser le gaz comprimé sous l'autre piston ou cylindre A, qui alors échappe l'arrêt O, quand le gaz a été comprimé ; et, en se retirant, le gaz entre dans le cylindre à foyer A, pour y être échauffé et dilaté, et ainsi de suite, de manière qu'il n'y a jamais qu'un cylindre A de chauffé constamment, et un autre B de refroidi de même. On voit que, par cette manière, la tige du piston L peut frapper, ou même lancer des projectiles, ou bien presser ou faire donner tous les mouvemens par tous les moyens connus, et les mouvemens seront rendus réguliers soit par un volant, ou par un deuxième équipage semblable à celui-ci, dont un des cylindres s'échauffe et l'autre se refroidit auprès des autres A B, ou deux à deux dans les mêmes réservoirs M N.

Pour se faire une idée de l'avantage de cette machine, il faut seulement savoir que 50° de chaleur lui donnent une force de 90 atmosphères, qu'elle n'en a nécessité que 30 pour la compression, en sorte qu'il lui en reste 60 de bénéfice, force énorme qu'on peut très-bien obtenir sans frais de combustible, en chauffant la machine avec la vapeur dilatée qui sort du cylindre à piston, d'une machine à vapeur à haute pres-

sion, et encore par l'eau chaude à ce degré qui se trouve dans une grande quantité de manufactures; enfin, chauffée par un feu ordinaire, elle perdra moins de calorique que les machines à vapeur, car, n'ayant pas besoin d'un feu très-intense, il y aura peu de rayonnement.

A tous ces avantages, on peut encore y joindre celui d'être très-portative; et comme le gaz s'échauffe toujours pendant sa dilatation, il en résulte un effet immense avec très-peu de calorique dépensé; car, pour qu'il en fût autrement, il faudrait que le fluide comprimé ou liquéfié, qui par la compression a perdu presque toute sa chaleur spécifique, en sorte qu'il ne peut plus recevoir que du calorique libre ou dilatant, et dont la moindre quantité lui donne une force énorme, fût par cette raison susceptible d'un moindre résultat : ce qui, quoiqu'on en dise, n'est pas soutenable; car ce gaz liquéfié, dense comme de la vapeur, maintenu ainsi constamment à la même température, doit se dilater comme de la vapeur produite à cette pression, et aussi maintenue à la même température pendant toute sa dilatation, jusqu'à une force atmosphérique; et si on fait attention que ce fluide a une chaleur spécifique qui n'est que le $\frac{1}{5}$ de celle de l'eau, on pourra juger de l'économie qu'il présente sur les machines à vapeur. En effet, plus un liquide ou un fluide se dilate avec peu de calorique, et plus il est facile de l'entretenir à la même température pendant sa dilatation, et par conséquent de lui faire aussi produire le plus grand résultat possible. Nous dirons encore que,

plus un fluide comprimé est susceptible, avec peu de calorique, d'une grande force de dilatation primitive ou en commençant, et plus il est capable d'un grand résultat; car, comme dans sa dilatation, il continue à s'emparer facilement d'une grande quantité de calorique, produite même par un faible foyer qui lui donne d'autant plus de force, que ce fluide, par sa nature, a moins besoin de beaucoup de calorique et d'un feu très-intense pour avoir une grande force d'élasticité : on ne peut donc raisonnablement comparer entr'elles les forces de dilatation des liquides ou des fluides, que d'après leur capacité respective pour le calorique, et la force de dilatation qu'ils prennent en se dilatant pour un degré de chaleur quelconque, et non par la quantité de calorique qu'ils absorbent ou qu'ils ont absorbé dans le temps de leur plus grande densité.

FIGURE LII.

Machine à gaz comprimé, échauffé et dilaté.

Cette machine est dans le même principe que la précédente, avec cette différence que le gaz A se trouve dans une grande quantité de très-petits tuyaux burinés B, mais dont leur surface réunie est plus grande que celle des pistons C, pour que ceux-ci, dans la compression, ne perdent pas de la force à donner au fluide une vitesse inutile ; ces petits tuyaux sont réunis à leur extrémité inférieure à des tubulures D au cylindre horizontal E; et le gaz A, dans

sa dilatation, ne descend jamais jusqu'aux tubulures, afin qu'il ne puisse sortir par leurs joints qui sont alors toujours remplis de métal fluide F, ou autre liquide qui ne bout qu'à une haute température. Des petits pistons G sans tiges pourraient se trouver entre le gaz et le liquide, si toutefois cela était nécessaire. Le gaz passe, comme devant, du foyer H au condenseur I, par un trou de burin fait dans la traverse J qui réunit tous les tuyaux; en sorte qu'il n'y a de jointure qu'à cette extrémité que le gaz puisse atteindre. Le reste est comme devant. Il est facile de remarquer qu'avec de l'éter qui bout à 36° degrés, on pourrait faire servir la moitié de cette machine K à presser ou à frapper, en ayant seulement de l'eau chaude et de l'eau froide à sa disposition; car il n'y aurait pas de compression à faire. L'éter pourrait donc aussi servir comme devant, sans dépense exprès de combustible, ou de la même manière que le gaz, et il y aurait encore cet autre avantage, que ce liquide travaillerait en commençant par sa dilatation qui est du 1/9 de son volume, et cela avec une force énorme, et ensuite par la dilatation de la vapeur, qui pourrait se former presque instantanément, si le foyer H était très-intense, et les tuyaux B d'un très-petit diamètre. Le mercure qui donne aussi une force immense de dilatation de liquide et de vapeur, ou proportionnelle à sa densité, pourrait aussi être employé avec une machine à peu près semblable; mais il faudrait qu'elle fût renversée le haut en bas, en sorte que l'huile L se trouve en dessus, sur des pistons sans tiges. Pour fortifier à volonté les tuyaux des

machines à gaz portatives, on se sert d'un réservoir à air comprimé, qui traverse l'eau M qui entoure les tuyaux pour les refroidir; et cet air passe ensuite dans le foyer H, pour chauffer et servir d'aliment au combustible, après quoi il va travailler par sa dilatation sous un piston : ce qui donne deux moteurs ou deux mouvemens qui régularisent l'effet de la machine; mais si la machine est fixe ou non portative, c'est la vapeur, ou l'eau chaude N comprimée par un piston à poids reposant dessus, qui échauffe; et l'eau froide M, comprimée de même, refroidit également, et cela d'autant plus que'lle est traversée par un courant d'air comprimé qui la rafraîchit. Au moyen de ces liquides comprimés, le fluide chauffe et refroidit beaucoup mieux, en même temps que la compression donne une force aux tuyaux B, qui ne leur nécessite plus une aussi grande épaisseur.

Les joints des tuyaux R des soupapes ou robinets peuvent être enveloppés dans des cylindres S formés de deux parties, remplis d'eau pressée avec un très-petit piston T à levier à poids U, ou à ressort de fer ou d'air comprimé, de manière que rien ne puisse sortir au travers de l'eau ainsi plus pressée que le gaz; en sorte que ce principe permette de diversifier la construction des machines à gaz, comme celles à vapeur, etc.

FIGURE LIII.

Autre Machine à gaz acide carbonique, ou autre.

Elle est composée d'un cylindre horizontal A, dans dans lequel se trouve le piston moteur B qui est à double effet. A ce cylindre sont deux grandes tubulures C auxquelles sont réunis une infinité de très-petits tuyaux D burinés, qui contiennent le gaz E et une partie du liquide F, afin que le gaz ne puisse sortir aux jointures C; et tous ces tuyaux ont, comme devant, plus de surface que le piston B. Il y a un bassin d'eau chaude G et une autre d'eau froide H, pour que l'eau chaude et l'eau froide viennent alternativement chauffer et refroidir les mêmes tuyaux qui se trouvent dans un même cylindre; pour cela, il y a deux larges pistons I, troués comme des cribles, pour le passage des petits tuyaux D; l'eau chaude J se trouve toujours dessus ces pistons, et l'eau froide dessous; en sorte que lorsqu'ils remontent, c'est l'eau froide qui va rafraîchir les tuyaux, et quand ils descendent, c'est l'eau chaude qui les échauffe; et, en combinant ces mouvemens par tous les moyens connus avec ceux du piston moteur, on aura une machine à gaz comprimé et dilaté qui aura un mouvement régulier : et pour ne pas perdre une force inutile à donner de la vîtesse aux fluides qui chauffent et qui refroidissent, il faut que les conduits qui les amènent aient une surface égale à celle des pistons I qui font mouvoir ces fluides.

On conçoit que, si on n'avait besoin que de faire presser ou frapper dans des temps indéterminés, la machine pourrait se composer d'un seul cylindre à piston qu'on plongerait par un bout dans l'eau chaude pour le faire travailler, et ensuite dans l'eau froide pour le faire refroidir, si on voulait recommencer au plutôt; mais la machine, telle qu'elle est, étant portative sur roulette, on pourrait aussi verser ou retirer l'eau chaude et l'eau froide dans de petits baquets fixés à la machine, afin de la faire agir promptement partout où besoin serait.

FIGURE LIV.

Machine à gaz liquéfié ou comprimé, et dilaté ensuite par le calorique.

Dans cette machine, le gaz est maintenu dans des tuyaux ou cylindres courbes A, entre deux couches d'huile B ou de mercure, afin qu'il ne puisse sortir par les défauts de jointures C des tuyaux ou cylindres. On y introduit l'huile et le gaz par un petit tuyau D recourbé, auquel sont adaptés un robinet E et un petit piston F, chargé par un levier à poids pour la compression du gaz; et à chaque fois qu'on charge le petit piston pour comprimer, on fait tourner le robinet pour que l'huile entre dans le cylindre; on retourne ensuite le robinet, pour que le gaz ne puisse ressortir pendant que l'on comprime de nouveau sur le robinet. Ces grands cylindres A sont remplis de très-petits tuyaux G, qui conduisent alternativement de l'eau

chaude H et de l'eau froide I: l'eau chaude pour servir à la dilatation du gaz, et l'eau froide pour favoriser sa condensation; l'eau chaude arrive par les petits tuyaux G dans l'un des cylindres K, pour dilater le gaz qui, en refoulant l'huile, fait élever le piston moteur L, lequel pousse l'huile ensuite pour faire comprimer le gaz de l'autre cylindre M, pendant que l'eau froide y entre en même temps pour favoriser la condensation, et réciproquement. L'eau chaude et l'eau froide peuvent arriver alternativement de deux manières différentes dans les tuyaux, soit au moyen de petits pistons O fixés à des fils-de-fer P, pour plier et parcourir ainsi tous les petits tuyaux courbes G, en poussant l'eau chaude H, pour que l'eau froide I, qui est plus élevée que les petits tuyaux, vienne seule, pour suivre après les petits pistons; et l'eau chaude H, qui est aussi élevée, vient en faire autant quand les petits pistons O retirent l'eau froide I des tuyaux; soit enfin avec des pistons Q sans tiges, qui sont placés dans les petits tuyaux B, pour qu'une pompe, en refoulant l'eau froide R par un bout, fasse avancer les pistons Q, qui chassent l'eau chaude N, qui, à son tour, lorsqu'elle est aussi refoulée par un grand piston, force les petits pistons Q à faire sortir l'eau froide R des petits tuyaux G, et ainsi de suite. Il faut encore que ces grands pistons aient une surface égale à la somme des ouvertures, de celle de tous les petits tuyaux G, afin de ne point perdre de force capable de donner une vitesse inutile.

On prétend que le gaz acide carbonique exige une force de compression égale à la pesanteur de 30 at-

mosphères, pour être liquéfié à dix degrés de température, et que cinquante degrés de chaleur suffisent pour lui donner une force de dilatation égale à 90 atmosphères, ce qui donne un bénéfice égal à la force de 60 atmosphères, et qui par conséquent rend cette machine portative pour une très-grande force, au point de pouvoir remplacer les chevaux dans tous les travaux de l'agriculture et autres; et par le peu de combustible qu'elle exige, elle remplacera aussi avec avantage tous les autres moteurs connus. Comme la courbe A des cylindres qui contient les gaz est très-courte, il en résulte que leur construction n'est pas difficile; car on voit par les lignes ponctuées S T, qui représentent la direction des coups de burin, qu'ils ne seront pas difficiles à buriner; et le petit prisme triangulaire U, qui ne peut être atteint de cette manière, le sera par un petit burin V fixé à l'extrémité d'un levier qui entre dans l'un des bouts du cylindre.

On conçoit pourquoi nous avons fait les tuyaux X de conduite d'un cylindre à l'autre aussi grands que les cylindres mêmes L, c'est que, s'ils étaient cent fois plus petits que la surface du piston, il faudrait employer cent fois plus de force dans la compression pour faire passer par un coup de piston qui dure une seconde tout le liquide d'un cylindre dans un autre, ce qui, par conséquent, rendrait le mouvement impossible. Enfin, au moyen de ces liquides sur les pistons L, on voit que, par toutes ces manières, dans les machines à très-haute pression soit à vapeur soit à air comprimé, on peut aussi empêcher la sortie ou

*

la perte de ces fluides, quoique le piston moteur L ait peu de frottement, placé verticalement ou horizontalement.

Dans ces deux dernières manières, où il y a des refroidissemens alternatifs, il y aura sans doute, comme on l'a dit, une grande perte de chaleur; mais quand le résultat est immense, ce n'est rien que de perdre la moitié de la force : on use bien du combustible pour les machines à vapeur, quoiqu'on n'en puisse pas faire servir utilement plus de la quinzième partie du calorique qu'il contient.

On a voulu faire en Angleterre une machine à gaz acide carbonique, et on y a mis deux impossibilités, celle que le fluide ne peut être maintenu par aucunes jointures ordinaires à une force de 150 atmosphères, donnée par l'eau bouillante, et ensuite que l'huile ne peut être refoulée pour passer d'un cylindre à l'autre par un passage dont la surface est cent fois moindre que celle du piston, sans donner à ce piston une résistance cent fois plus grande qu'il ne le faudrait autrement, sur-tout s'il doit effectuer sa course dans une seconde de temps. Mais en France, en faisant la démonstration de cette machine, on a sans doute trouvé que ce n'était pas assez : on y a ajouté deux autres impossibilités de plus en voulant faire entrer et sortir, par des passages semblables à ceux indiqués, les fluides pour chauffer et refroidir.

On recommande de se prémunir contre les machines à tuyaux à vapeur; nous croyons devoir aussi recommander, à notre tour, de se bien mettre en garde

contre plusieurs sociétés très-influentes en France et à l'étranger. Il est de ces sociétés qui ont tout à-la-fois des manufactures, des établissemens de mécaniques, des forges, des fonderies et des mines de charbon, qui, pour donner plus de prix à leurs manufactures, ont intérêt à ce que les machines à feu soient très-chères, pour moins de concurrence : comme mécaniciens, marchands de fer et de charbon, elles ont avantage à ce qu'on ne fasse que des machines qui exigent beaucoup de fer, de travaux de construction et de charbon; car cela donne aussi moins de concurrence dans la construction de ces machines, sans que cependant la consommation et la dépense en main-d'œuvre, en fer et en charbon cessent d'être aussi grandes qu'elles le seraient sans doute, si on faisait usage des moyens que nous recommandons, et que tout le monde pourrait faire ou se procurer facilement.

On remarquera sans doute qu'un des grands avantages que cet ouvrage présente, c'est qu'une grande partie de ses inventions peuvent s'adapter sans grande dépense aux machines déjà existantes. Les machines à basse pression pourront être portées à haute, au moyen de tuyaux bouilleurs à courant placés au-dessus du foyer près la chaudière, et dans lesquels l'eau de la chaudière sera refoulée; et par la même manière on élèvera sans danger les machines à haute pression, à une pression beaucoup plus haute. Le nombre des cylindres à pistons pourra être augmenté pour faire agir la dilatation de la vapeur, ce qui donnera encore un mouvement plus régulier; et, si on ne

peut placer ces cylindres dans le courant de chaleur entre l'extrémité de la chaudière et la cheminée, on pourra toujours, pour les chauffer, y envoyer un courant de chaleur, au moyen de tuyaux qui aboutissent à l'extrémité du foyer et dans la cheminée; afin de maintenir à la même température la vapeur pendant sa dilatation : les parois du foyer et celles d'une partie de la cheminée pourront être tapissées de tuyaux à courant pour ne point chauffer de surfaces inutiles ou étrangères, plus conductrices que celles utiles, et aussi pour chauffer par gradation et faire servir la chaleur décroissante du foyer. Les grandes chaudières pourront être remplies de bois ou autres matières, en sorte de ne laisser près les parois qu'une très-faible épaisseur d'eau à chauffer; et on pourra y mettre du cooke concassé pour favoriser la conduction de la chaleur. On pourra aussi refouler au fond de la chaudière de l'air comprimé qui facilite la formation de la vapeur, tout en donnant par sa dilatation une force plus que double de celle employée pour sa compression, et au moyen d'une soupape à levier à poids dans la cheminée, ou d'un petit volume d'eau à chauffer. On pourrait aussi faire brûler le foyer dans un air légèrement comprimé par un piston, qui refoule l'air au-dessous de la trémie à tiroirs où passe le combustible. Les soupapes de sûreté, qui augmentent la capacité pour maintenir le fluide à la même pression, pourront aussi être adaptées à toutes les machines à vapeur; et dans les machines à haute pression sans condenseur, on fait traverser à la vapeur qui sort des

